



Institut de Recherche Agricole
pour le développement
Centre Nord
Station polyvalente de Garoua



Projet Eau – Sol - Arbre

**SIMULATION DES EFFETS DU PASSAGE AUX “SYSTEMES DE
CULTURE SUR COUVERTURE VEGETALE” SUR LES TRANSFERTS
DE BIOMASSE A L’ECHELLE DES TERROIRS AGROPASTORAUX
DE KILWO (Extrême Nord) et LAINDE MASSA (Nord)
au – CAMEROUN**

WEY Joseph, DONGMO Aimé Landry,
ABAKAR Madam Dogo, IBRAHIMA Saïdou,

Septembre 2006



Faculté d’Agronomie et des
Sciences
Dschang, Cameroun



Centre de Coopération
Internationale en Recherche
Agronomique pour le
Développement

AVANT PROPOS

La gestion des ressources naturelles devient une contrainte de plus en plus aigüe en milieu rural. Il importe de trouver un équilibre adéquat pour une utilisation rationnelle et durable de la biomasse disponible dans le terroir où cohabitent sur le même espace les agriculteurs et les éleveurs. La raréfaction des ressources naturelles disponibles conduit de plus en plus souvent à des situations conflictuelles. Encouragé par les services de vulgarisation, le développement de l'élevage au sein des exploitations agricoles (agro-éleveurs) tend à accentuer encore le déséquilibre sur la biomasse disponible en réduisant l'espace de veine pâture par la soustraction des résidus de récolte (stockage sur l'exploitation) au disponible fourrager des éleveurs transhumants ou sédentarisés.

Dans ce contexte de forte tension sur la ressource de biomasse, les systèmes de culture sur couverture végétale (SCV) apparaissent comme l'une des alternatives techniques à cette contrainte. Cette technique vise à modifier les modes de gestion locale de la biomasse par l'installation de zones protégées contre la veine pâture. Cette technique prévoit en effet le maintien des résidus de récolte sur la parcelle pour créer une couverture organique permanent sur le sol. La détermination des conditions technico-économiques apparaît essentielle pour une intégration de ces SCV dans les systèmes de cultures actuels des paysans, ainsi que les modalités d'insertion dans le mode de gestion de la biomasse à l'échelle du terroir.

La présente étude sur la simulation des effets du passage aux systèmes de culture sur couverture végétale à l'échelle du terroir s'inscrit dans la convention de service ESA/IRAD 2005. Elle apporte une contribution aux méthodes d'évaluation de la biomasse ainsi que son utilisation dans les terroirs test du projet ESA. Ce travail permettra de déboucher sur des propositions visant à mieux valoriser la biomasse en vue d'optimiser la productivité agricole et les revenus au niveau de l'exploitation agricole. Au niveau du terroir agropastoral, elle donnera des alternatives et les limites pour faciliter l'intégration agriculture-élevage et l'adoption des systèmes de culture sur couverture végétale pour éviter les baisses de fertilité des sols.

1. INTRODUCTION.....	5
1.1. Contexte de l'étude.....	5
1.2. Présentation du problème	5
1.3. Objectifs de l'étude	7
2. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	8
2.1. Intégration agriculture-élevage	8
2.2. Gestion de la biomasse	8
2.3. Systèmes de culture sur couverture végétale (SCV)	9
2.3.1. Avantages du semis direct.....	9
2.3.2. Inconvénients des techniques de semis direct	9
2.3.3. Les SCV pratiqués au Nord Cameroun (Naudin et Balarabé, 2004)	10
2.3.4. Aspects socio-économiques des SCV	11
3. METHODOLOGIE.....	12
3.1. Présentation des zones d'étude.....	12
3.1.1. Le terroir de Laïndé Massa.....	12
3.1.2. Le terroir de Kilwo	14
3.2. COLLECTE DES DONNEES	16
3.2.1. Les données primaires	16
Les enquêtes	16
4. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	21
4.1. Le flux de biomasse à l'échelle du terroir de Laïndé Massa.....	21
4.1.1. Traits généraux du terroir de Laïndé Massa.....	21
4.1.2. Le flux de biomasse à l'échelle des exploitations	22
4.1.3. Quantification du flux de biomasse à l'échelle du terroir	31
<i>Il faut noter que la biomasse totale restante est sensiblement surestimée ; en effet, ce chiffre contient également des résidus de terre qui ont malheureusement été comptabilisés par erreur lors de l'arrachage des toques de maïs !</i>	
4.1.4. Adéquation entre l'offre et les besoins en biomasse avec simulation des besoins en biomasse	32
4.1.5. Analyse de l'adéquation entre l'offre et les besoins en biomasse dans le terroir	34
4.1.6. Adéquation à l'échelle du terroir de l'offre en biomasse et l'intégration d'un système SCV	36
4.2. Flux de biomasse à l'échelle du terroir de KILVO	40
4.2.1. Traits généraux du terroir	40
4.2.2. Typologie des exploitations agricoles	40
4.2.3. Quantification du flux de biomasse.....	56
4.2.4. Adéquation à l'échelle du terroir de l'offre en biomasse et l'intégration d'un système SCV	61
5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	65
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	68

Figure 1: Itinéraire technique SCV	10
Figure 2: Localisation de la zone d'étude	12
Figure 3 : moyenne pluviométrique en mm par quinzaine (1986 à 2001)	14
Figure 4: Moyennes pluviométriques en mm par quinzaine (1967 à 2001).....	15
Figure 5: Assolement Laïndé Massa 2004 enquêtes 2005	21
Figure 6: répartition des différentes cultures du type A.....	23
Figure 7: Flux de biomasse du type A.....	24
Figure 8: répartition des superficies cultivées du type B	25
Figure 9: Flux de biomasse du type B.....	26
Figure 10: répartition des superficies cultivées du type C	27
Figure 11: Flux de biomasse du type C.....	28
Figure 14 : dynamique de la biomasse à l'échelle du terroir de Laïndé Massa.....	35
Figure 15 : évolution de la biomasse consommable entre décembre et mai; scénarii 10% et 20% de superficie en SCV	37
Figure 16 : évolution de la biomasse consommable entre décembre et mai; scénarii de 30% et 50% de superficie en SCV	38
Figure 17 : répartition des superficies par culture pour le type I	42
Figure 19 : répartition des superficies par culture pour le type II	44
Figure 20 : flux de biomasse dans les exploitations de type II	46
Figure 21 : répartition des superficies par culture pour le type III.....	47
Figure 23: répartition des superficies par culture dans le type IV	50
Figure 24 : flux de biomasse dans les exploitations de type IV	52
Figure 25 : répartition des superficies par culture pour le type V	53
Figure 26 : flux de biomasse dans les exploitations du type V	55
Figure 27 : situation de la biomasse en novembre (fin de saison des pluies) et en mai (fin de saison sèche et évolution.	60
Figure 28 : évolution de la biomasse en fonction des scénarii 10% et 20% de SCV à Kilvo..	62
Figure 29 : évolution de la biomasse en fonction des scénarii 20% et 50% de SCV à Kilvo..	63

Tableau 1 : protocole de choix des parcelles de mesure pour l'évaluation de la biomasse en fin de saison sèche (Laïndé Massa)	18
Tableau 2 : protocole de choix des parcelles de mesure pour l'évaluation de la biomasse en fin de saison sèche (KILVO)	18
Tableau 3 : production moyenne en biomasse (résidus de récolte) des cultures (Dugué, 1999)	19
Tableau 4 : indicateurs relatifs à la croissance et consommations des animaux (Dongmo, 2004).....	20
Tableau 5 : critères de différenciation des types d'exploitations.....	20
Tableau 6 : caractéristiques moyennes des différents types d'exploitations	23
Tableau 7 : estimation des résidus de culture en fin de saison des pluies (novembre 2005) ...	31
Tableau 8 : évaluation des résidus mesurés en fin de saison sèche (mai 2005)	32
Tableau 9 : besoins fourragers du cheptel dans le terroir de Laïndé Massa.....	33
Tableau 10 : mesure de la quantité de résidus stockés dans le terroir.....	33
Tableau 11 : caractéristiques générales des exploitations (moyenne par type).....	40
Tableau 12 : caractéristiques générales des exploitations de type I.....	41
Tableau 13 : caractéristiques générales des exploitations de type II.....	44
Tableau 14 : caractéristiques générales des exploitations de type III	47
Tableau 15 : caractéristiques générales des exploitations de type IV	50
Tableau 16 : caractéristiques générales des exploitations du type V	53
Tableau 17 : évaluation de l'offre totale en biomasse des cultures du terroir	56
Tableau 18 : disponible en biomasse en fin de saison sèche.....	57
Tableau 19 : besoins alimentaires du cheptel de KILVO.....	58
Tableau 20 : stockage des résidus pour l'alimentation des animaux	58
Tableau 21 : évaluation de la consommation du troupeau transhumant	59

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte de l'étude

L'accroissement démographique entraîne une pression de plus en plus forte sur les ressources et une compétitivité entre activités. Les conflits entre agriculteurs et éleveurs sont les plus connus. Face à cette situation, plusieurs actions ont été entreprises par la SODECOTON à travers le projet DPGT (Développement Paysannal et Gestion de Terroir) qui, en deux phases, de 1992 à 2002, a diffusé des pratiques de maintien de la fertilité des sols, d'association agriculture-élevage et de gestion des terroirs.

En 2003, le projet Eau-Sol-Arbre (ESA) s'appuie sur les acquis du DPGT pour assurer la continuité des actions. Ce projet est organisé en trois types d'interventions:

- Aménagement anti-érosif et foresterie par la mise en place des cordons pierreux et des bandes enherbées. La plantation des arbres, la réalisation des étables fumières et l'implantation des biefs dans les zones de montagne et de piémont.
- Recherche et développement par la mise au point de systèmes de semis direct sous couverture végétale, et l'expérimentation de fumure organique.
- Gestion de l'espace à travers la gestion concertée des ressources naturelles et la mise en place des cadres de concertation pour les règlements des conflits fonciers.

A travers ce projet, la Recherche et le Développement expérimentent de nouveaux systèmes de cultures à base de couverture végétale (SCV) au Nord – Cameroun. SEUGE (2004) souligne que, malgré les efforts consentis à travers les modèles d'intensification de l'agriculture¹, la baisse de fertilité des sols, le conflit entre agriculteurs et éleveurs reste toujours présent dans la région. Pour enrayer cette perte de fertilité des sols, le projet ESA en collaboration avec le CIRAD et l'IRAD travaille sur la mise au point des SCV pour la culture du cotonnier et les autres cultures en rotation.

Les principes de base de ce système reposent sur la couverture permanente du sol réalisée par l'accumulation sur le sol de végétaux vivants (*Brachiaria*, *Mucuna*, *niébé*...) ou morts (résidus de récolte composés des tiges de mil, sorgho, maïs), le travail minimum du sol et le semis direct sous la paille. Dans ces systèmes (CIRAD, 2004), le sol n'est jamais travaillé et une couverture morte ou vivante est maintenue en permanence. La couverture peut être soit détruite (coupée, ou détruite par pulvérisation ciblée d'herbicide), soit gardée vivante mais contrôlée par une application à faible dose d'herbicides spécifiques. La biomasse est conservée en surface, jouant le rôle de couverture du sol. Les semis sont réalisés directement dans cette couverture organique, après ouverture d'un simple trou ou d'un sillon. La présente étude se met à l'interface de ces disciplines en cherchant à présenter l'état de la production de biomasse dans le terroir, l'utilisation de cette biomasse entre divers acteurs afin d'arriver à une intégration des systèmes de culture sur couverture végétale (SCV) par les différentes catégories socioprofessionnelles du terroir.

1.2. Présentation du problème

Au Nord Cameroun, les migrations d'agriculteurs et les transhumances d'éleveurs sont deux stratégies utilisées par de nombreux acteurs pour rechercher et valoriser les ressources (Dongmo, 2004). Lelandais (1996) signale que les paysans par manque de superficie,

¹Ce modèle est basé sur l'utilisation des engrais minéraux, la traction animale et l'intégration agriculture-élevage proposé par la SODECOTON depuis 1974.

défrichent les zones de parcours, entraînant ainsi une diminution des surfaces pâturables. Au fur et à mesure de la rareté des ressources et de la saturation des terroirs, les activités d'agriculture et d'élevage se rapprochent et tendent à se superposer sur le même espace. Dans une étude menée dans la zone cotonnière de Garoua, Dongmo et al (2003) soulignent qu'en saison *sèche*, la production des résidus de récolte est importante, mais, le droit de vaine pâture reconnu aux éleveurs transhumants, réduit sérieusement (par transhumance) le disponible fourrager du bétail sédentaire, mais aussi vient s'ajouter le problème du brûlis². Les mêmes auteurs estiment que dans ce contexte soumis aux contraintes agro-écologiques (réduction des surfaces cultivables, pluviométrie souvent irrégulière) et socio-économiques (insécurité alimentaire, précarité du statut foncier, etc) la tendance actuelle est d'adopter des systèmes mixtes agriculture – élevage comme stratégie de diversification, d'accroissement ou de sécurisation des ressources et des revenus. L'un des enjeux majeurs qui en résulte est celui de la co-gestion et du partage des ressources fourragères entre les différentes catégories socioprofessionnelles (agriculteurs, éleveurs, et autres) du terroir. La question n'est plus seulement de produire plus, mais de s'assurer aussi que les générations à venir pourront continuer à vivre de l'activité agricole.

La perspective de diffusion des SCV en cours d'expérimentation au Nord Cameroun vient s'ajouter à la question et notamment celle du partage de la biomasse végétale entre les systèmes d'agriculture et ceux d'élevage. D'autre part, pour réduire la baisse de fertilité, la technique SCV a été introduite dans le terroir. Cette technique utilise la biomasse pour servir de couverture du sol. Cette situation constitue une contrainte dans les relations entre l'élevage et cette technique. Car il va se créer une compétition intense en terme de biomasse végétale entre les deux systèmes. Cette compétition se résume par : d'une part une technique qui veut que la quantité importante de biomasse produite soit laissée au sol et d'autre part les éleveurs qui utilisent la quasi-totalité de la biomasse disponible pour l'alimentation des animaux. L'adoption des SCV selon Dongmo (2003) signifierait une protection des parcelles, une restriction de la pâture des résidus des récoltes et une remise en cause du libre accès aux résidus et donc du droit de vaine pâture. Dounias et Jouve (2002) pensent également que les exigences techniques des SCV en milieu agricole sont un frein à leur adoption sous les tropiques, les maintenant dans bien de cas au stade expérimental. Au delà des enjeux biotechniques attendus au niveau des parcelles, la diffusion des SCV va induire un changement de pratiques selon les différents scénarii rencontrés. Face à un tel problème, la recherche ne peut se contenter de proposer des innovations techniques. Elle doit fournir aux acteurs une démarche et des outils solides afin de mieux valoriser les ressources. A ce propos, Dugué (1997) note qu'avec le développement des sciences informatiques, la modélisation(des modèles d'optimisation) et la simulation représentent aujourd'hui une voie qui puisse mener à des solutions. Telle est la justification de la présente étude qui suscite le questionnement ci-après.

Le brûlis est fait soit dans les parcelles après récolte par les paysans, soit dans les parcours par des chasseurs.

- 1- Quelles sont les caractéristiques des exploitations agricoles des deux terroirs?
- 2- Quelle est l'offre, les besoins en biomasse et quel est le niveau d'adéquation entre l'offre et les besoins en biomasse de ces terroirs?
- 3- Comment intégrer les SCV dans le contexte actuel de gestion de la biomasse?

1.3. Objectifs de l'étude

L'objectif global est de caractériser la gestion de la biomasse par les populations dans le but de proposer des solutions en vue de renforcer l'intégration agriculture – élevage pour une meilleure adoption des SCV dans les systèmes de culture.

De manière spécifique, il s'agira de:

- Bâtir une typologie des exploitations
- Analyser le niveau d'adéquation entre l'offre et les besoins
- Mettre en évidence les perspectives d'intégration des SCV dans le contexte de gestion de la biomasse.

2. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1. *Intégration agriculture-élevage*

Dans une étude publiée en 2003, LECOMTE précise que l'intégration agriculture élevage est la complémentarité entre les agriculteurs et les éleveurs pour la gestion de l'espace et des ressources. L'agriculture fournit la biomasse et l'élevage la fumure. Au niveau des terroirs les échanges sont directs et englobent: les contrats de pâture, les parages, les stockages des résidus de culture. Les éleveurs transhumants ont tendance de plus en plus à se sédentariser. Mais cependant la relation avec les agriculteurs peut être complémentaire ou conflictuelle. LAINDAIS et LHOSTE (1990) estiment que l'étude des relations agriculture-élevage est une nécessité pour l'avenir des sociétés pastorales africaines. Les éleveurs sont obligés de se déplacer pour avoir de l'espace et de pâturage pour leurs bétails. Selon BOUTRAIS (1990), l'élevage occupe 50 fois plus d'espace que l'agriculture dans l'Adamaoua au Cameroun. Dans la zone sahélienne, le bétail se nourrit des résidus de récolte pendant la saison sèche. En retour, les champs bénéficient de la fumure organique. Pour rendre l'agriculture et l'élevage pérennes, LHOSTE (1995) conseille de les associer afin d'avoir un recyclage des éléments nutritifs entre les animaux et les champs pouvant limiter les effets directs et indirects des aléas climatiques.

Selon LANDAIS et al (1990), l'intégration agriculture-élevage passe aussi par la gestion de la fumure animale. Les pratiques traditionnelles de cette gestion couramment rencontrées en zone de savane africaine sont le parage de nuit au piquet, le parage de nuits mobiles et le parage de nuits fixes. Mais à côté de tout ceci, il existe le cas où le bétail transhumant séjourne dans un terroir, consomme les résidus des récoltes et s'en va passer la nuit hors du terroir. Ceci constitue un transfert important de biomasse hors du terroir qu'il faut prendre en compte dans le flux de la biomasse produite à l'échelle du terroir.

PABAME SOUGNABE (2000) constate que parmi les causes du conflit entre agriculteurs et éleveurs, l'accroissement de la population humaine et du cheptel bovin est le plus important. C'est le cas des villages migrants du bassin de la Bénoué parmi lesquels Laïndé Massa en fait partie. En effet ce village est entouré par trois campements d'éleveurs nomades possédant des grands troupeaux. Ces animaux attendent les résidus de récolte avec impatience et pénètrent parfois dans les champs avant la fin des récoltes entraînant des conflits. Cette relation entre l'agriculture et l'élevage renvoie au concept de développement durable.

2.2. *Gestion de la biomasse*

La gestion des ressources naturelles se définit comme un «*ensemble de décisions qui sont prises pour exploiter les ressources naturelles, en réglementer l'accès, les modes de prélèvement et de mise en valeur. Ces décisions sont prises individuellement ou collectivement par ceux qui vivent sur cet aspect, qui y ont accès ou qui ont un droit d'usage*» (TEYSSIER, 2002). La biomasse qui fait partie des ressources naturelles est utilisée par les agriculteurs et les éleveurs pour nourrir leurs animaux et pour faire l'artisanat.

Pour cette étude, la biomasse est la matière organique d'origine animale ou végétale disponible au niveau du terroir cultivé. Par faute de moyens, nous n'y avons pas intégré les biomasses disponibles dans les zones pastorales (parcours, zones de pâturage, piste à bétail

etc...) qui sont hors du domaine strictement réservé à la culture. La biomasse végétale est donc composé principalement des résidus de récolte (pailles de céréales, coton, légumineuses) et celles importé par l'exploitant sur son domaine de culture (pailles achetées sur les marchés, collecte dans les zones de pâtures). Sont également comptabilisé les feuilles d'arbres et les repousses de graminées présents sur les parcelles. Les déjections d'animaux sont également estimées.

2.3. Systèmes de culture sur couverture végétale (SCV)

Depuis plus de vingt ans, le CIRAD et ses partenaires ont développé des solutions alternatives aux systèmes de cultures conventionnels dans les pays du Sud. Ces solutions s'appuient sur le principe d'un semis direct sur couverture végétale permanente (CIRAD, 2004).

Les techniques du semis direct sont nées avec l'apparition des herbicides (Séguy et al, 1989). Pour ces auteurs, le semis direct sur couverture végétale est une technique qui consiste à placer la semence directement dans le sol non remanié, grâce à des outils et machines spécialisés. Les mêmes auteurs pensent que pour réaliser cette technique, il faut simultanément mettre au point des herbicides efficaces tant avant et après le semis ; développer des machines appropriées pour le semis ; avoir des techniques adaptées aux conditions locales. La protection permanente du sol par une couverture morte ou vive est importante pour le succès de l'implantation du semis direct (Séguy et al, 1989). Toutefois, au delà de ces aspects techniques existent des conditions socio-économiques pour l'efficacité de ces techniques.

2.3.1. Avantages du semis direct

Mazuchowsky et Derpsh (1984) repris par Séguy et al (1989) estiment que les SCV ont la caractéristique de protéger les sol contre l'érosion pluviale, de faciliter l'infiltration de l'eau dans le sol tout en réduisant l'évaporation ; la couverture organique tamponne également les variations de température et crée un environnement favorable au développement de l'activité biologique ; cette technique permet également un meilleur contrôle des adventices du fait de la couverture du sol ; enfin, , d'économiser la main d'œuvre.

Pour l'instant, cette technique est largement utilisée en système mécanisé (Brésil, USA) ; son intégration dans des systèmes à culture manuelle de petite surface en Afrique est en cours depuis quelques années.

2.3.2. Inconvénients des techniques de semis direct

Pour DOUNIAS (2001), l'utilisation des herbicides dans la technique SCV contribue à la pollution des nappes souterraines. La nécessité d'employer les herbicides à plusieurs reprises durant le cycle cultural est une contrainte économique non négligeable.

Pour les éleveurs cette technique va réduire la disponibilité des fourrages de leur bétail si la culture fourragère et les règles de gestion collective ne sont toujours pas respectées, ce qui les obligerait à partir avec le bétail vers d'autres terroirs.

2.3.3. Les SCV pratiqués au Nord Cameroun (Naudin et Balarabé, 2004)

Le système SCV est proposé dans la rotation céréale x coton : la couverture organique est produite dans la céréale, et le coton qui suit est alors conduit sur la couverture organique formée.

Conduite de la céréale :

Pour augmenter la production de la biomasse, différentes plantes sont associées avec le maïs ou sorgho.

Pour augmenter la production de biomasse, il est proposé de conduire la céréale SCV avec un labour en première année. Le semis de la céréale et de la plante associée se font à la même date sauf pour *Mucuna*, niébé et dolique. Les plantes associées les plus couramment utilisées sont les graminées comme *Brachiaria ruziziensis*, ou les légumineuses rampantes comme *Mucuna pruriens* et érigées comme *Crotalaria retusa*.

La suite des opérations culturales est identique au système conventionnel : démariage des céréales, désherbage à la houe ou charrue entre la plante et la céréale la première année puis manuel ou chimique les années suivantes (diuron pour la pré levée et post semis, Gramoxone (en traitement localisé pour la post levée de la plante cultivée). Toute opération de sarclage doit être évitée.

Un apport complémentaire d'urée (20 à 25 unités/ha) est fortement recommandé pour éviter une trop forte concurrence des plantes associées.

Conduite du coton en SCV

La destruction des repousses après les premières pluies sont détruites chimiquement par un passage d'un herbicide total (Gramoxone ou Roundup). Le coton est ensuite semé en direct dans cette couverture végétale produite par la culture précédente. Aucune culture associée n'est conduite dans le coton. Le désherbage de la culture de coton est réalisé de façon chimique pour éviter toute opération culturale sur le sol.

Le schéma de l'itinéraire technique des SCV est présenté ci-dessous

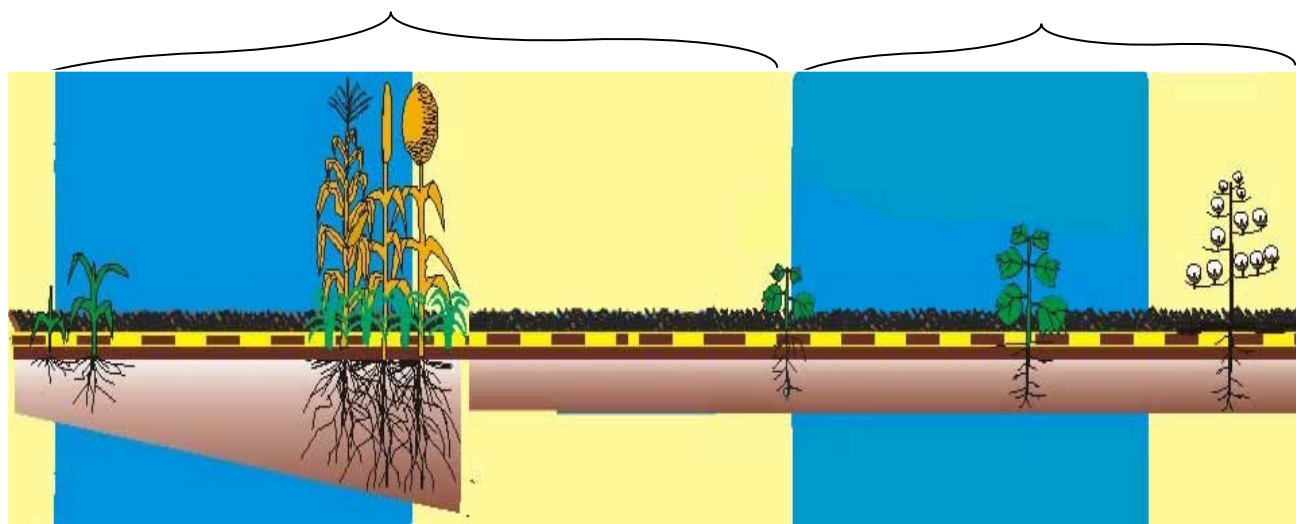


Figure 1: Itinéraire technique SCV

Une autre possibilité est testée en 2004 en zone à 1200mm avec un démarrage de la saison pluvieuse de deux à trois mois avant le semis des cultures (région de Poli). Le système consiste à produire la biomasse de couverture la même année que la culture principale, mais juste

avant l'installation de cette culture principale. Aux premières pluies, on sème une céréale (mil, sorgho) ou légumineuse (*Mucuna*) à la volée très dense. Après le développement de cette plante de couverture, on applique un désherbage total (Gramoxone ou Roundup) pour détruire la biomasse produite. Le semis de la culture principale s'effectue alors directement dans la couverture végétale ainsi produite.

2.3.4. Aspects socio-économiques des SCV

Outre les aspects positifs sur les plans technique et environnemental, l'intérêt majeur de ce système (SCV) est qu'ils sont particulièrement attractifs sur le plan économique du fait de l'augmentation du revenu paysan à travers l'augmentation des rendements. En conséquence, ces systèmes procurent une meilleure productivité de la terre, du capital et du travail que les systèmes conventionnels tout en préservant l'environnement. Sur le plan social, la protection du sol est fondamentale : perdre sa terre condamne le paysan (CIRAD, 2004).

3. METHODOLOGIE

3.1. Présentation des zones d'étude

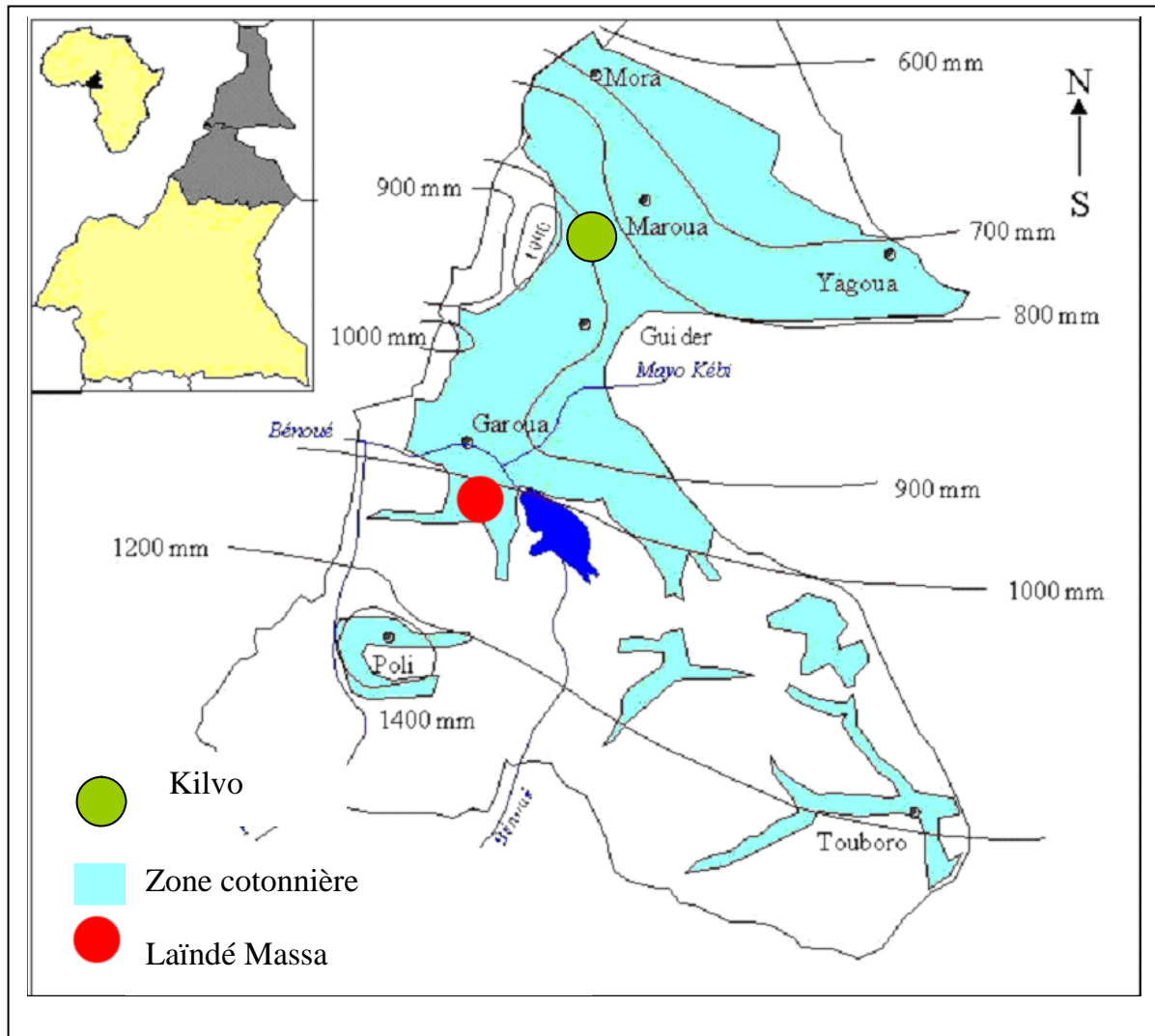


Figure 2: Localisation de la zone d'étude

3.1.1. Le terroir de Laïndé Massa

Laïndé Massa est un village de migrants, situé dans l'arrondissement de Ngong, département de la Bénoué, province du Nord. Le village est du ressort territorial du lamidat de Tchéboa. Il est relié au reste de la province du Nord par une piste de 4 km qui rejoint la nationale Garoua-Ngaoundéré à environ 30 km de Garoua (Dugué, 1997).

Les mouvements migratoires qui ont eu lieu dans les années 1980 ont drainé plusieurs ethnies dans la zone. Cette population est essentiellement composée des Massas (27%), des Toupouris (24%), des Museys (22%), des Lamé (7%), des Mundangs (5%), des Guidars (5%), des Lélés (2%), des Fulbés (2%), des Karos (2%), et des Mufus (2%) (Aboubakari, 2003). Le

village comptait en 2000, 210 exploitations cotonnières pour environ 1900 habitants selon les données de la cellule suivi et évaluation de la Sodécoton. En 2004 on a dénombré 578 exploitations. C'est une zone moyennement peuplée avec 10-30 habitants/km² (Dugué, 1997).

3.1.1.1. Le climat

Le climat est de type soudano-sahélien, la pluviométrie moyenne annuelle de la zone est comprise entre 1 000 et 1 200 mm (Dugué, 1997). Une saison de pluie s'étale sur environ 6 mois (de mai à octobre) avec des incertitudes sur les dates des premières pluies; suivie d'une longue saison sèche (de novembre à avril). La période où on enregistre la plus grande quantité d'eau tombée est le mois d'août (figure 3). La température maximale est de 42°C.

3.1.1.2. Les Activités agricoles

❖ Les cultures

Le système de production végétale s'organise autour de 3 cultures dominantes qui sont: le coton, le maïs et les cultures associées arachide x sorgho. Le sorgho en pur est devenu une culture presque marginale alors que c'était encore récemment la culture de prédilection. Le riz pluvial, le niébé et le manioc sont peu représentés.

❖ L'Élevage

Il existe deux types d'élevage :

- les éleveurs peuhls partiellement sédentarisés, qui logent en campements autour du village et qui pratiquent la transhumance avec une partie de leur élevage, l'autre partie restant dans les zones pastorales à proximité du village (femelles, jeunes etc...)
- les agro-éleveurs : ce sont des agriculteurs qui diversifient leur système de production par la production animale ou pratique l'attelage bovin.

Cet élevage concerne surtout les espèces suivantes : les bovins (très utilisés dans la culture attelée), les équins, les ânes, les ovins, les caprins, la volaille et les porcins. Les principales races rencontrées sont:

- ✓ Bovins: zébu Mbororo (Akou et Djafou), Zébu peuhl ou Foulbé (Goudali)
- ✓ Petits ruminants: le mouton Ouda, le mouton Backkallei, le mouton Arabe, le mouton Djallonké, la chèvre du sahel et la chèvre Kirdi.

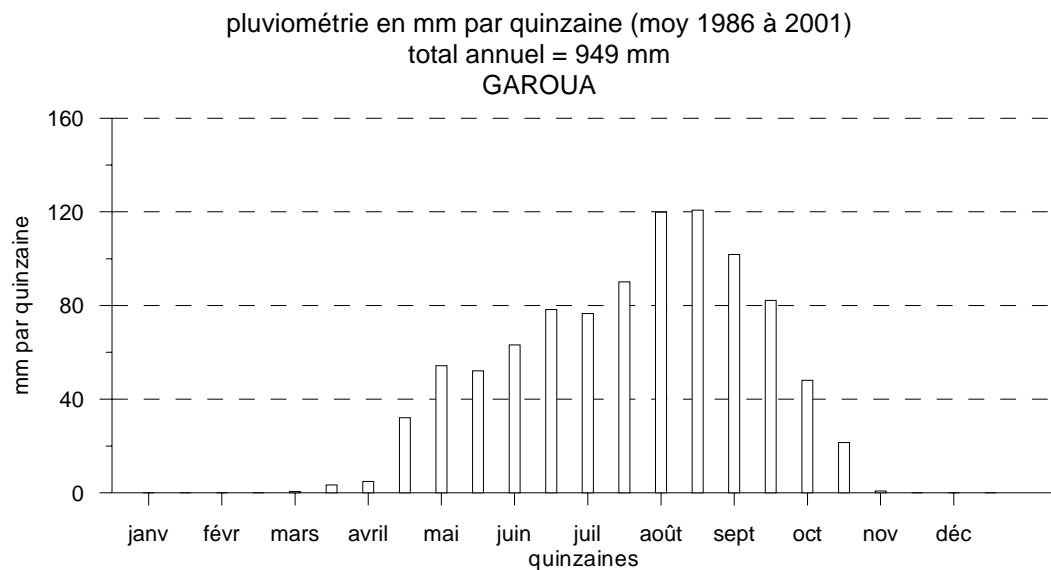


Figure 3 : moyenne pluviométrique en mm par quinzaine (1986 à 2001)

3.1.2. Le terroir de Kilwo

3.1.2.1. Situation géographique et pluviométrie

Kilwo est situé dans le département du Mayo Tsanaga dans la province de l'Extrême Nord (IRAD/PRASAC, 1999). C'est un petit village situé dans la plaine de Gudur-Mandaya à quelques kilomètres de Mokong. Kilwo se retrouve dans les terroirs de type Mufu (Seignobos et Kuoh, 2000).

Les principaux types de sols rencontrés sont des vertisols, les lithosols et quelques sols hydromorphes (Bravant et Gavaud, 1985). Avec des états de surface dominés par des affleurements rocheux, on peut distinguer trois grands types de sol à Kilwo, parmi lesquels les sols à texture notablement limoneuse. Les sols qu'on trouve au sein du lit majeur du mayo notamment, sont des sols assez compacts, de couleur brune, appelés marooga en fufuldé. Ils semblent propices à la culture maraîchère et bénéficient de la présence d'eau à proximité (Morin, 2000).

Les précipitations moyennes sont comprises entre 900 et 1000 mm. Ce terroir fait partie de la zone 5 (zone des piémonts des monts Mandaras) d'après le zonage de Dugué et al (1994).

Les pluies dans la province de l'Extrême Nord sont inégalement réparties entre les mois allant de mars à octobre. Des moyennes sur dix ans (de 1991 à 2001) nous montrent que le maximum de pluie est atteint au mois d'août (310 mm). Ces moyennes mensuelles des pluies sont représentées par la figure 5 ci après.

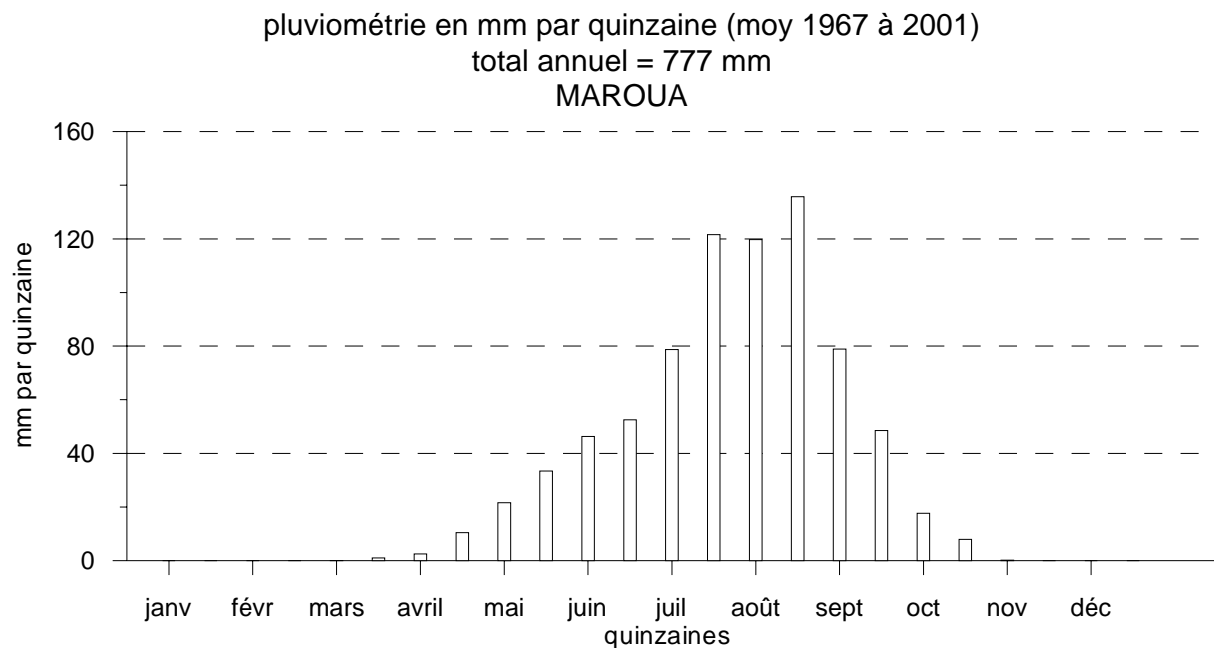


Figure 4: Moyennes pluviométriques en mm par quinzaine (1967 à 2001)

L'accès au marché n'est pas facile. Ce terroir est éloigné de 15 km de la route bitumée qui va de Mokong à Maroua, métropole provinciale à 40 km. Les exploitants pratiquent essentiellement l'agriculture comme activité (culture vivrière, culture de rente et céréales), l'élevage est une activité très peu représentée.

La population de Kilwo est principalement Mufu et tous chrétiens. Après avoir été alliés des Peuls, les Mufu ont dû se disperser sur les massifs voisins pour échapper à leurs attaques.

3.1.2.2. Gestion des ressources naturelles à Kilwo

Kilwo est un terroir qui connaît une saturation foncière qui ne peut plus s'étendre du fait de l'enclavement (des massifs montagneux cerclent tout le village). Ceci se remarque par le fait qu'il n'existe plus aucune parcelle mise en jachère dans ce terroir. Du fait de l'enclavement également, il n'existe pas de véritable zone de parcours de transhumance à Kilwo, exception faite à quelques endroits sur les rochers où de l'herbe a pu pousser.

Concernant les ressources arborées, le paysage à Kilwo est dominé par le *Faidherbia* et quelques pieds de tamarinier par endroit. La gestion de toutes ces ressources est plus individuelle que collective. Chaque paysan va chercher de la paille en brousse qu'il rapporte à la maison pour des travaux domestiques. Quant à ce qui est de l'émondage d'arbres et arbustes, le paysan exploite les arbres se trouvant dans ses parcelles et dans les bas fonds pour l'alimentation de ses animaux. La ressource eau est gérée comme dans presque tous les villages sahéliens. Pendant la saison des pluies, les mayos et puits abondent d'eau et les femmes et enfants y vont chercher pour le foyer, soit l'utiliser sur place. Pendant la saison sèche où l'eau devient rare particulièrement à Kilwo, seuls quelques puits permettent de ravitailler la population en eau.

3.1.2.3. Activités agricoles

-Les cultures

Le sorgho de saison des pluies est la culture très largement dominante et le plus souvent cultivé en association avec l'arachide, le niébé et le pois de terre. L'association la plus fréquente est sorgho-arachide qui représente à près le tiers des parcelles (31 hectares). La séquence la plus fréquente est une ligne de sorgho et quatre lignes d'arachide. Les associations sorgho+niébé et sorgho – pois de terre sont aussi pratiquées.

La culture de maïs n'est cultivée à Kilwo que dans les champs de case. Il est cultivé en pur et quelques fois en association avec du niébé ou de l'arachide. Il n'est cultivé que sur 8 parcelles en 2004 représentant moins de 5 ha (données Terdel, 2004).

La culture pure n'est qu'occasionnellement pratiquée sauf pour le coton qui est toujours cultivé en pur.

Le riz est cultivé dans des bas fonds pendant la saison des pluies. Deux ou trois variétés pluviales sont utilisées en occurrence la variété B22. La patate douce est cultivée en billon sur des petites surfaces. Cette culture faite par des hommes permet de rapporter un peu d'argent. Le gombo et l'oseille sont cultivés sur de petites surfaces par des femmes et servent d'alimentation pendant même la période des cultures.

Un assolement relativement régulier n'est appliqué que sur les parcelles destinées au coton (rotation sorgho – coton).

3.2. COLLECTE DES DONNEES

3.2.1. Les données primaires

3.2.1.1. Echantillonnage

Le choix des exploitations

Les exploitations ont été choisies sur la base du tirage au sort aléatoire simple (sondage aléatoire) à l'aide du parcellaire de culture 2004 du village de Laïndé Massa. Le village comptant environ 300 exploitations, les enquêtes ont été réalisées sur 100 exploitations agricoles, soit 1/3 des exploitations totales du village. L'enquête a été menée auprès des chefs d'exploitation et les discussions ont rassemblé les chefs des quartiers (djaouro) et les responsables des GIC.

Concernant le village de Kilvo qui ne compte que 76 exploitations, la totalité des exploitations est retenue

Les enquêtes

Elles ont été menées sur les différentes exploitations à l'aide d'une trame d'enquête pour les données liées aux caractéristiques structurelles et fonctionnelles de l'exploitation. La trame d'enquête a permis d'obtenir les informations suivantes sur l'exploitation agricole:

- i) Ses caractéristiques

- ii) Ses productions végétales et animales
- iii) Les relations entre les usagers de la biomasse
- iv) L'utilisation des résidus de récoltes
- v) L'utilisation des sous produits d'élevage

La collecte des données s'est effectuée par des entretiens individuels sur l'échantillon des exploitations retenues et de groupes (5 à 10 individus) ciblés pour comprendre les stratégies individuelles et collectives de gestion de la biomasse par la population. Le dossier d'enquête des exploitations figure en annexes.

Cette collecte des données s'est effectuée pendant deux mois. Les entretiens se déroulaient généralement dans l'après midi sous forme d'interview à l'aide des questionnaires.

Les données relatives aux caractéristiques générales des exploitations et à la conduite du cheptel et des cultures ont été enregistrées. Elles nous ont permis de caractériser le disponible et les besoins en biomasse, les pratiques de gestion et les modalités d'association agriculture - élevage au niveau individuel. Au niveau du terroir, nous aurons un état global des ressources, des systèmes de production et des relations agriculture – élevage.

Les entretiens et les observations directes ont permis de vérifier la pertinence des certaines réponses des paysans.

3.2.1.2. Les mesures de la biomasse

3.2.1.2.1. La biomasse restante en fin de saison sèche :

Elle a directement été mesurée sur les parcelles de culture, et certaines jachères pour quantifier la biomasse restée au sol après la récolte, le passage des troupeaux et éventuellement les feux de brousse.

A) Dispositif de mesure de la biomasse

Ont été mesurés sur les parcelles cultivées:

- les résidus de récoltes (tiges + feuilles) et adventices associées
- les feuilles sèches
- les fèces des troupeaux
- le matériel vert et les repousses

Sur les jachères, ont été mesurés:

- la végétation herbacée composée de biomasse morte en saison sèche et de graminées pérennes.
- les fèces des troupeaux

N'ont pas pu être mesurés:

- la biomasse des parcours du village
- les émondes d'arbres et d'arbustes sur les parcelles cultivées et les jachères

B) Les protocoles d'observation et de mesure

Sur les parcelles de cultures

Dans le village, les mesures des résidus de culture au sol ont été réalisées la fin de la saison sèche (mai 2005) sur des échantillons de parcelles. A l'aide d'un décimètre, 2 placettes de 20

m² chacune ont été délimitées sur chaque parcelle de culture. Le tableau II présente les différentes cultures et les superficies totales des placettes.

Tableau 1 : protocole de choix des parcelles de mesure pour l'évaluation de la biomasse en fin de saison sèche (Laïndé Massa)

cultures	Nombre de parcelles totales présentes	Nombre de parcelles analysées	Pourcentage de l'échantillon(%)
Cotonnier		10	
Maïs		28	
Sorgho		11	
Arachide		4	
Niébé		3	
Sorgho/arachide		33	
Jachères		11	
Total		100	

A Kilwo également l'évaluation de la biomasse restant au sol a été effectuée sur 100 parcelles. Le tableau III ci après illustre cette répartition.

Tableau 2 : protocole de choix des parcelles de mesure pour l'évaluation de la biomasse en fin de saison sèche (KILVO)

cultures	Nombre total de parcelles présentes	Nombre de parcelles analysées	Pourcentage de l'échantillon(%)
Sor/arachide	117	40	34
Sorgho pur	43	10	23
Coton	70	30	43
reste	25	20	80
total	255	100	

L'échantillon étant de 40% des parcelles totales, le choix des parcelles par culture est fait suivant une estimation grossière de leur répartition. A cet effet, une fiche à remplir présentée en annexes a permis de collecter le maximum d'informations concernant la collecte de la biomasse restante sur ces parcelles choisies.

Sur les jachères

Les mesures réalisées dans les zones non cultivées à la même période ont consisté à couper et peser toute la biomasse herbacée sur 2 placettes de 20 m² par site d'observation. 11 sites d'observation ont été explorés dans le terroir. La quantité de fèces a été mesurée dans ces sites comme cela a été fait dans les parcelles cultivées.

La quantité totale de biomasse produite dans tout le terroir a été évaluée par extrapolation des données obtenues à partir du protocole de mesure (tableau I) sur le parcellaire de culture de l'année 2004.

Le disponible de départ en biomasse (début de saison sèche)

Compte tenu du calendrier des stages, il n'a pas été possible de faire des mesures directes du disponible de biomasse en fin de saison des pluies. Nous avons donc réalisé des estimations en partant des données moyennes dans le secteur obtenues par Dugué en 1999 lors de ses enquêtes de biomasse (Dugué, 1999), et en les reliant aux données de superficie relevées par le projet Terdel sur la campagne 2004 (cf cartographie Map info).

Tableau 3 : production moyenne en biomasse (résidus de récolte) des cultures (Dugué, 1999)

Culture de la parcelle	Production moyenne biomasse en kg de MS/ha
Maïs	1 880
Coton	2 700
Sorgho	2 983
Arachide	1 350
Niébé	1 225
Riz	3 000

3.2.1.3. Méthode et outils d'analyse des données

Les outils d'analyse des données

La typologie est conduite pour regrouper les exploitations suivant leur mode de gestion des résidus de récoltes. Elle a permis d'obtenir des groupes homogènes d'exploitation utilisant la biomasse de même semblable.

Le premier critère qui est le besoin fourrager par type d'exploitation a été calculé à partir des indicateurs relatifs à la croissance des animaux. Nous avons considéré :

- qu'un bovin d'un poids moyen de 250 kg va ingérer une ration moyenne de 5 kg de MS/jour pour un gain quotidien moyen de 200 g.
- Pour un petit ruminant qui a un poids moyen de 20 kg, la quantité moyenne de fourrage ingéré est de 0.85 kg de MS/jour avec un gain de poids quotidien de 50 g en moyenne (Dongmo, 2004).

La quantité de fourrage stockée par exploitation est fonction du nombre d'animaux en élevage. Ce critère de besoin fourrager par exploitation est la clef principale de notre typologie.

Le tableau V donne le poids moyen, le gain moyen quotidien et les quantités moyennes de fourrage ingéré par jour par les différentes espèces d'animaux.

Tableau 4 : indicateurs relatifs à la croissance et consommations des animaux (Dongmo, 2004)

Espèces	Poids moyen en kg	Gain moyen quotidien (g/j)	Besoin fourrager en kg de MS/jour
Bovin	250	200	5
Ane	150	-	4
Ovin et Caprin	20	50	0,85
Porcin	100	-	2

Le deuxième critère de classement est la superficie cultivée. Nous avons ainsi identifié quatre niveaux de superficie.

Le tableau ci-dessus présente les critères retenus pour la différenciation ces types d'exploitations.

Tableau 5 : critères de différenciation des types d'exploitations

Critères	Valeurs moyennes	Qualificatifs	Objectifs
Besoins fourragers en kg de MS/jour	Entre 0 et 1	très faible	Apprécier le flux de biomasse dans les exploitations
	Entre 1 et 10	faible	
	Entre 10 et 20	moyen	
	Entre 20 et 100	grand	
Taille de l'exploitation en ha	Inférieure à 2	Très petite	Repérer les objectifs de productions des exploitations
	Entre 2 et 3	Petite	
	Entre 3 et 5	Moyenne	
	Supérieure à 5	Grande	

4. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Pour une meilleure compréhension des mouvements de biomasse dans le terroir, nous aborderons d'abord le flux de biomasse à l'échelle du terroir, ensuite à l'échelle des exploitations.

La biomasse est constituée des résidus de culture, des parcours, jachères et des arbres. Après les récoltes, une partie des résidus de culture sont ramenés à la maison pour constituer des stocks d'alimentation pour les animaux pendant la saison sèche. Ces résidus sont constitués notamment des tiges de maïs, des fanes d'arachide, des fanes de niébé, la paille de riz et quelques fois des cannes de sorgho qui servent à l'alimentation des animaux. Les cannes de sorgho servent plus pour la construction des hangars et des toits des cases.

4.1. Le flux de biomasse à l'échelle du terroir de Laïndé Massa

4.1.1. Traits généraux du terroir de Laïndé Massa

Laïndé Massa est un terroir agropastoral en voie de saturation dans lequel les activités agricoles et pastorales tendent à occuper le même espace. Pour 100 exploitations enquêtées, le nombre moyen de personnes en charge est de 7,4 dont 4,3 actifs. En dehors de l'agriculture et l'élevage, les chefs d'exploitation font le commerce et l'artisanat comme activités secondaires.

Le système de production végétale s'organise autour de 4 cultures dominantes qui sont: le coton, le maïs, arachide et les cultures associées arachide x sorgho. Le sorgho en pur est devenu une culture presque marginale alors que c'était encore récemment la culture de prédilection. Le riz pluvial, le niébé et le manioc sont peu représentés. La figure 4 montre la répartition des différentes cultures en 2004.

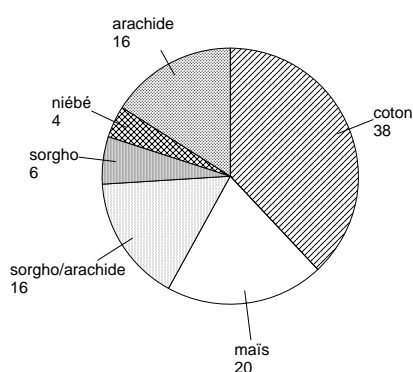


Figure 5: Assolement Laïndé Massa 2004 enquêtes 2005

La production céréalière moyenne par exploitation est de 2 166 Kg. Selon la norme proposée par la FAO (besoin évalués à 180 kg/personne/an), il faudrait pour nourrir les 7,4 personnes

en moyenne par exploitation 1 332 Kg de céréales. Les besoins nutritionnels par ménage en céréales sont largement couverts dans le cas de Laïndé Massa.

❖ L'Elevage

Il existe deux types d'élevage sur le site :

- les éleveurs peuhls partiellement sédentarisés, qui logent en campements autour du village et qui pratiquent la transhumance avec une partie de leur élevage, l'autre partie restant dans les zones pastorales à proximité du village (femelles, jeunes etc...)
- les agro-éleveurs : ce sont des agriculteurs qui diversifient leur système de production par la production animale ou pratiquent l'attelage bovin.

Cet élevage concerne surtout les espèces suivantes : les bovins (très utilisés dans la culture attelée), les équins, les ânes, les ovins, les caprins, la volaille et les porcins. Les principales races rencontrées sont:

- ✓ Bovins: zébu Mbororo (Akou et Djafou), Zébu peuhl ou Foulbé (Goudali)
- ✓ Petits ruminants: le mouton Ouda, le mouton Backkallei, le mouton Arabe, le mouton Djallonké, la chèvre du sahel et la chèvre Kirdi.

Ramené à chaque exploitation (hors élevages Peuhls), le cheptel moyen est de 0,5 bovin d'élevage, 0,9 bovin de trait, 0,3 ovin, 4,9 caprins et 2,4 porcins. Cela se traduit par un besoin fourrager moyen de 16 kg de MS/jour (cf calcul du besoin fourrager par animal) pour nourrir tous ces animaux.

4.1.2. Le flux de biomasse à l'échelle des exploitations

Cette étude sera menée en proposant une typologie selon les caractéristiques de consommation de biomasse par les animaux des exploitations analysées

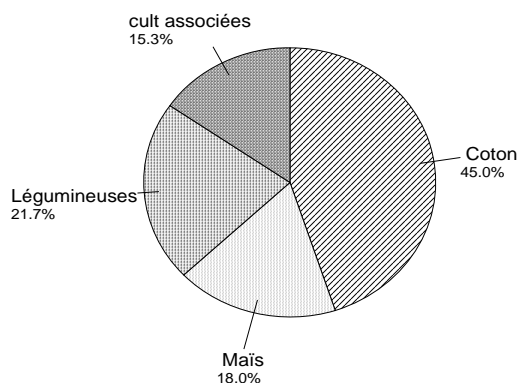
Les critères de classement présentés dans la méthodologie (besoins fourragers et la taille de l'exploitation) ont permis de définir 4 types de flux de biomasse dans les exploitations de Laïndé Massa. Les caractéristiques moyennes des différents types d'exploitation sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 6 : caractéristiques moyennes des différents types d'exploitations

	Type A	Type B	Type C	Type D	Echantillon
Nombre d'exploitation	25	27	23	25	100
Nombre de personnes /exploitation	5,8	6,4	7,2	10,3	7,42
Nombre actifs/exploitation	3,5	3,6	4,1	6,1	4,3
Superficies cultivées					
Superficies cultivées (ha)	1,98	2,71	3,79	5,89	3,5
Coton (%)	45	42	35,9	34,6	39,5
Céréales (%)	20	25	34	32	27,7
Légumineuses (%)	22	22	20	14	19,5
Cultures associées (%)	15	11	9,8	17,1	13,2
Effectifs animaux et besoins fourragers par exploitation					
Bovins d'élevage	0	0	0,3	1,6	0,4
Bovins de trait	0	0	0,7	2,7	0,8
Caprins	1	3,3	5,1	10,9	5
Ovins	0	0,2	0,3	0,6	0,2
Porcins	0	0,7	2,6	6,2	2,3
Besoins fourragers (kg de MS)	0.03	4,79	15,22	44,08	16
Bottes alimentation (kg)	0	28	124	221	93,2
Bottes construction (kg)	68	48	84	133	83,2
Importations (kg)	153	140	259	242,8	198,5
Ventes (kg)	11,1	5,2	0	4,4	5,07
% des conflits	16	11	39	44	27,5

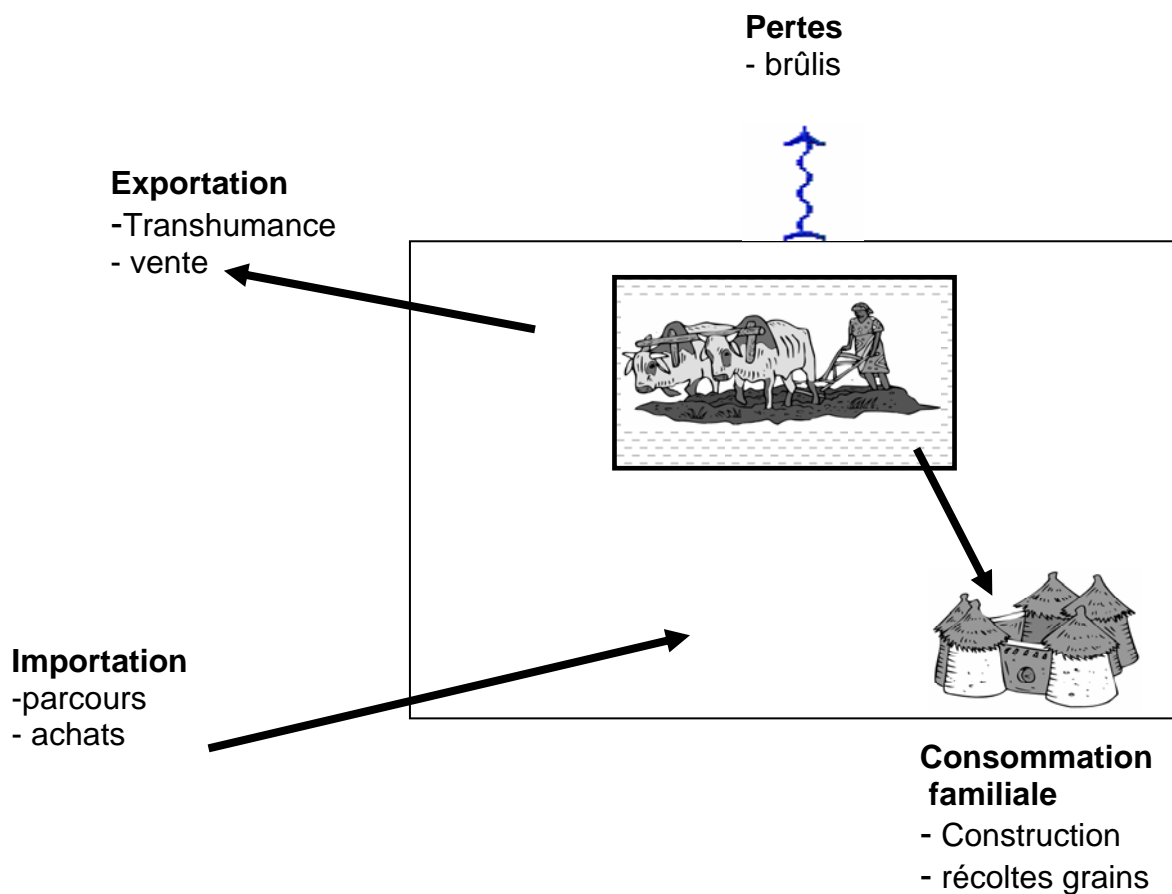
Ces caractéristiques sont présentées par type d'exploitation afin de montrer les différents mouvements de biomasse.

Type A: Exploitations agricoles de très petite superficie (1,98 ha) pratiquant très peu l'élevage (très faible besoin fourrager), revenus essentiellement basés sur le coton, faible culture céréalière, petite famille.

**Figure 6: répartition des différentes cultures du type A**

Dans ces exploitations, le revenu est essentiellement basé sur le coton. La production de céréale reste faible. La biomasse provenant des champs et des importations sert principalement pour la construction et le reste est vendu.

TYPE A



Nombre exploitations	:25	Besoin fourrager =[0-0,85 kg MS/jour]	
Nombre personnes en charge	:5,8		
Nombre actifs	:3,5		
Surface cultivée	1,98 ha	Flux biomasse	
Coton	45%	Récoltes grains	2266,8 kg
Maïs	18%	Bottes alimentation	0
Arachide	15,7%	Bottes construction	68 kg
Sorgho	2%	importation	153 kg
Niébé	6%	Vente	11,1 kg
Cultures associées	15,3%	transhumance	
Production céréalière	886,8 kg		
Quantité suffisante	1044 kg		
Non autosuffisant			

Figure 7: Flux de biomasse du type A

Type B: Exploitations de petite taille (2,71 ha), un peu d'élevage (faible besoin fourrager) et une forte position du coton, les céréales tiennent une place importante (24 %) mais pas suffisant pour l'alimentation familiale.

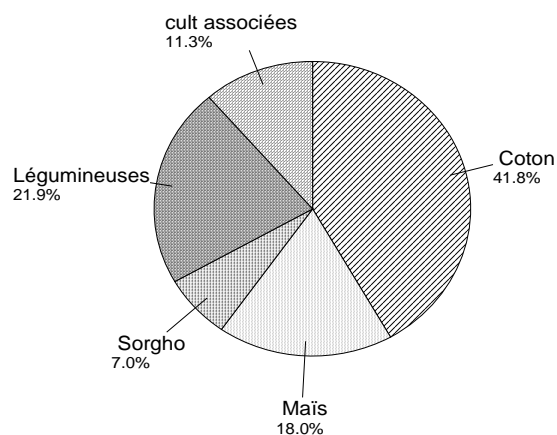


Figure 8: répartition des superficies cultivées du type B

Ce type possède seulement des petits animaux (ovins, caprins et porcins). Pour cela, les paysans stockent les résidus pour l'alimentation et non pour la vente. La biomasse nécessaire stockée pour l'alimentation (28 kg) ne permet pas de couvrir 6 mois de saison sèche. La production céréalière est faible et le paysan peut la compenser par le revenu de coton.

TYPE B

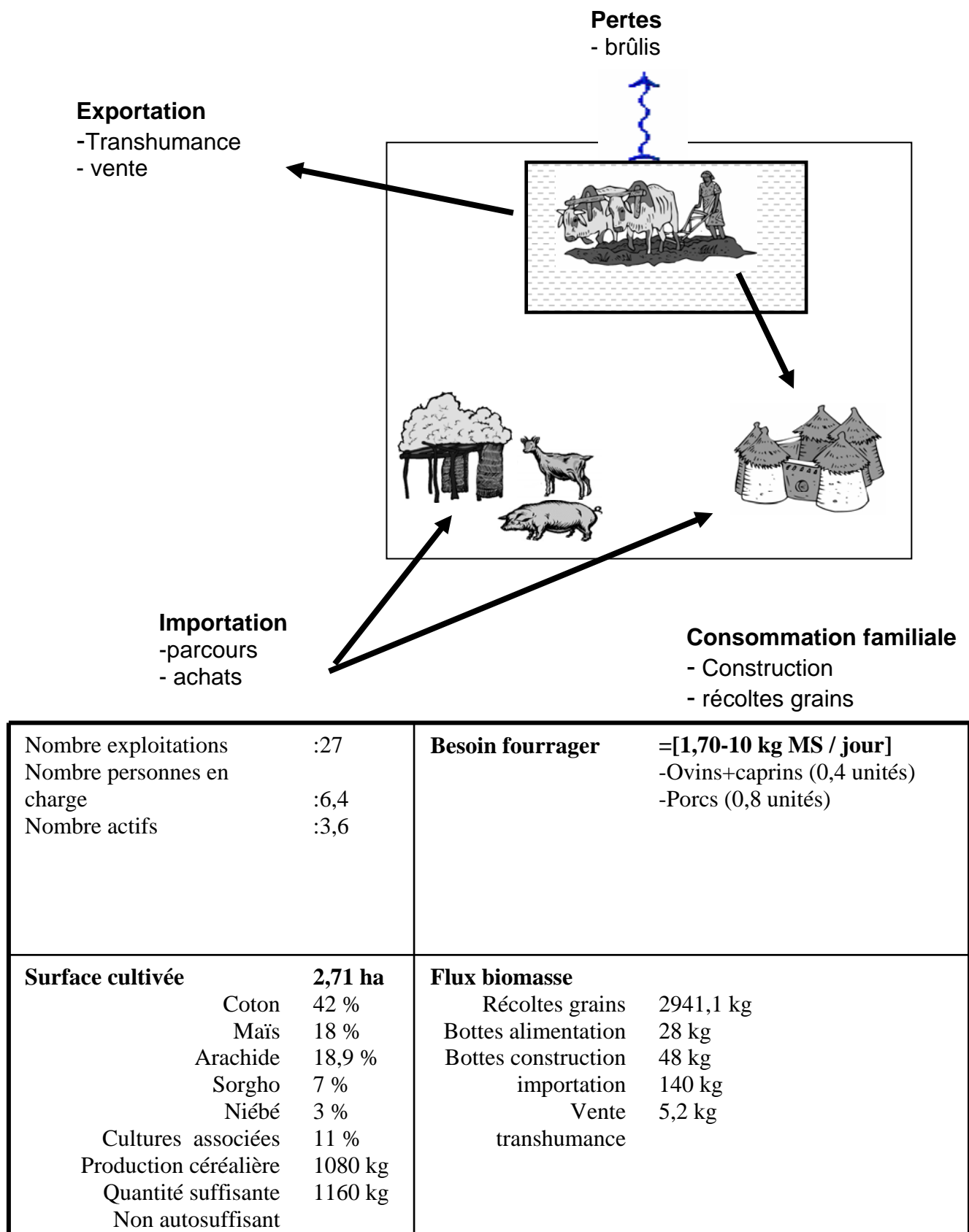


Figure 9: Flux de biomasse du type B

Type C : Exploitations de superficies moyennes de culture (3,79 ha) avec développement de l'élevage (besoin fourrager moyen), revenus par le coton toujours importants. Les céréales occupent une place plus importante (33 %) et la famille est autosuffisante du point de vue céréalier.

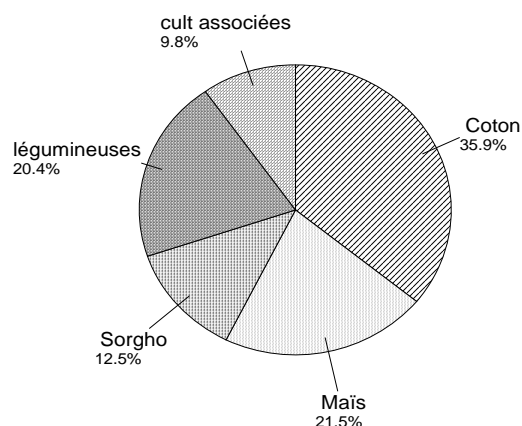
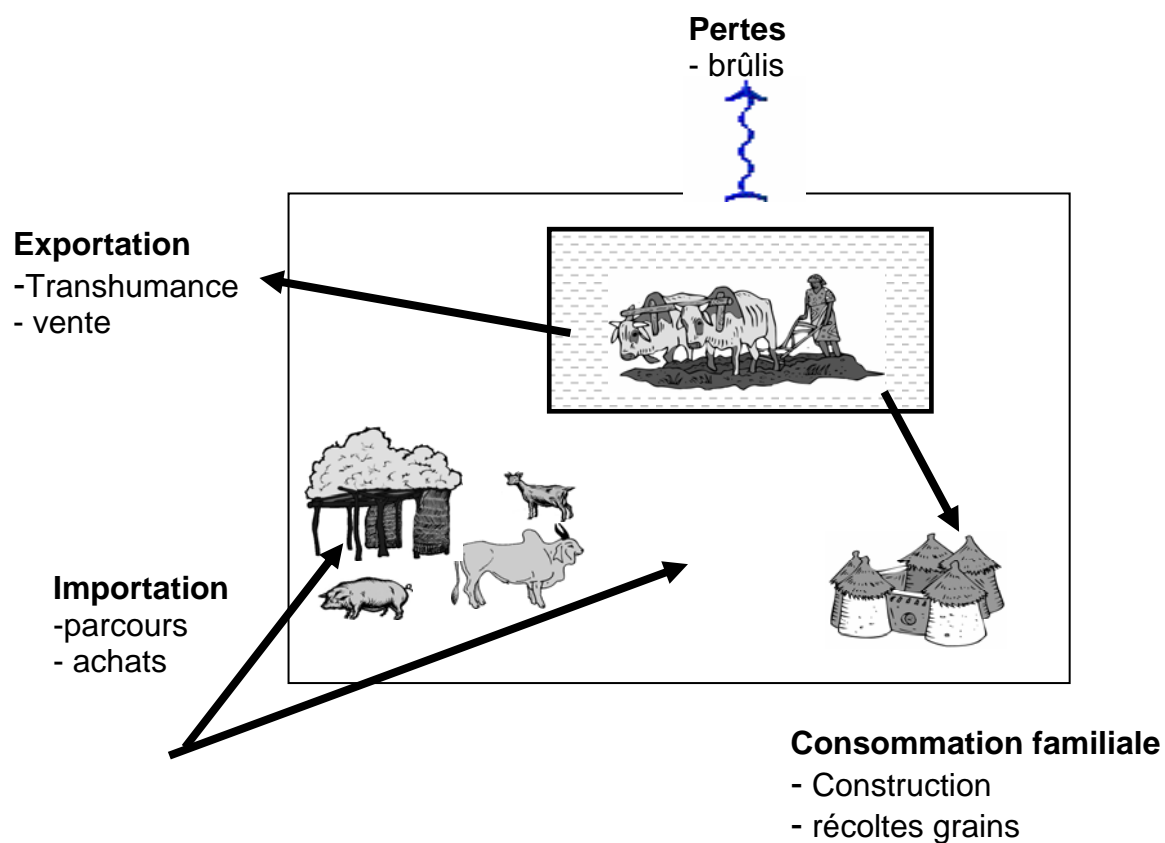


Figure 10: répartition des superficies cultivées du type C

Les exploitations de type C possèdent des gros et des petits animaux. C'est pour cela que les paysans collectent une grande quantité de biomasse (123 kg) pour leur alimentation, mais cette biomasse est très inférieure aux besoins des animaux (2 739 kg) pour 6 mois d'alimentation. Les résidus de culture ne sont pas vendus, et on constate un grand approvisionnement à l'extérieur pour la construction.

TYPE C



<p>Nombre exploitations :23</p> <p>Nombre personnes en charge :7,2</p> <p>Nombre actifs :4,1</p>	<p>Besoin fourrager = [10,85-19,6 kg MS / jour]</p> <p>- Bovins (1 unité)</p> <p>- Ovins+caprins (5,5 unités)</p> <p>- Porcs (2,6 unités)</p>
<p>Surface cultivée 3,79 ha</p> <p>Coton 35,9 %</p> <p>Maïs 21,5 %</p> <p>Arachide 15 %</p> <p>sorgho 12 %</p> <p>Niébé 5 %</p> <p>Cultures associées 9,8 %</p> <p>Production céréalière 1802 kg</p> <p>Quantité suffisante 1299 kg</p> <p>Autosuffisant</p>	<p>Flux biomasse</p> <p>Récoltes grains 4719,5 kg</p> <p>Bottes alimentation 124 kg</p> <p>Bottes construction 84 kg</p> <p>importation 259 kg</p> <p>Vente 0 kg</p> <p>transhumance</p>

Figure 11: Flux de biomasse du type C

Type D : Exploitations de grandes superficies de culture (5,89 ha), à stratégie basée sur l'intégration agriculture et élevage (grand besoin fourrager), superficie de coton importante (35 %), plus de culture du maïs (27 %) au détriment du sorgho, autosuffisantes du point de vue céréales.

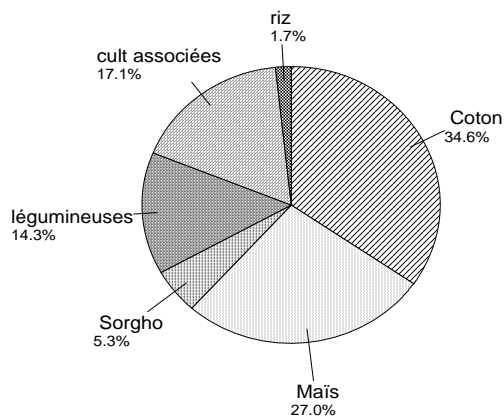
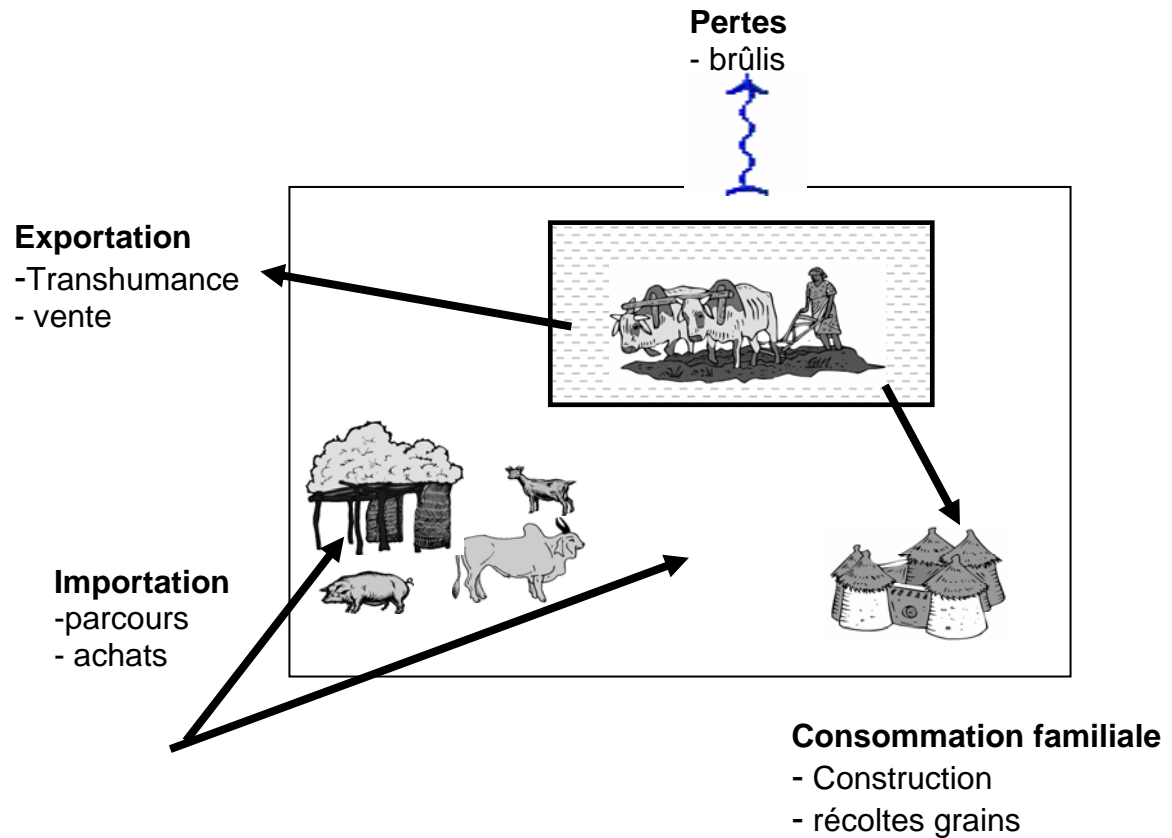


Figure 12 : répartition des superficies cultivées du type D

Dans ce type la stratégie est basée sur la culture et l'élevage. Les superficies de maïs augmentent tandis que celles du sorgho baissent. Les stocks de fourrage sont les plus importants à cause de l'effectif élevé des bovins. Mais ne permet de couvrir les besoins des animaux pendant 6 mois.

TYPE D



Nombre exploitations :25 Nombre personnes en charge :10,3 Nombre actifs :6,1	Besoin fourrager = [20,2-96,45 kg MS / jour] - Bovins (4,3 unité) - Ovins+caprins (11,4 unités) - Porcs (6,3 unités)
Surface cultivée 5,89 ha Coton 34,6 % Maïs 27 % Arachide 11,3 % sorgho 5 % Niébé 3 % Cultures associées 17,1 % Production céréalière 4897 kg Quantité suffisante 1850 kg Autosuffisant	Flux biomasse Récoltes grains 9027 kg Bottes alimentation 221 kg Bottes construction 133 kg importation 242,8 kg Vente 4,4 kg transhumance

Figure 13 flux de biomasse du type D

4.1.3. Quantification du flux de biomasse à l'échelle du terroir

4.1.3.1. Offre en biomasse

Rappel :

L'offre en biomasse est composée des résidus de culture, de la paille des parcours et des émondes d'arbres et d'arbustes. La biomasse des résidus de culture est disponible après les récoltes à partir de novembre. Cette biomasse est constituée de la paille de maïs, des cannes de sorgho, des tiges de cotonnier, des fanes de légumineuses et de la paille de riz.

Les quantités disponibles en début de saison sèche (novembre) dans les parcelles ont été estimées à partir des rendements moyens des différentes cultures (Dugué, 1999). Les quantités de biomasse stockées par les paysans ont également été mesurées. Le tableau ci dessous présente les quantités de biomasse disponibles.

Tableau 7 : estimation des résidus de culture en fin de saison des pluies (novembre 2005)

Culture	Surface (ha)	Biomasse disponible sur les parcelles (kg MS/ha)*	Biomasse disponible dans le terroir (tonnes MS)
Maïs	298	1 880	560
Coton	374	2 700	1 009
Sorgho	44	2 983	131
Arachide	9	1 350	12
Niébé	4	1 225	4
Riz	4	3 000	12
Sorgho/arachide	270	1 607	433
Total	1 003	14 745	2 161

Pendant le mois de novembre, la biomasse totale issue des résidus de culture est estimée à 2161 tonnes de MS. Lorsqu'on ajoute les quantités de biomasse provenant des importations, la biomasse totale disponible dans le terroir est estimée à **2 232 tonnes de MS**. Cette biomasse est composée de:

- 1) la biomasse consommable (1 626 tonnes de MS) par les animaux qui englobe les cannes de maïs, la paille de sorgho, les fanes de légumineuse, les feuilles du cotonnier et la paille de riz.
- 2) la biomasse non consommable (606 tonnes de MS) par les animaux qui renferme les tiges de cotonnier, les tiges de sorgho stockées pour la construction.

Pour ce qui est de la production de biomasse (feuilles + tiges) du cotonnier, des mesures réalisées avant la chute des premières feuilles en septembre à la station polyvalente IRAD de Garoua montrent qu'une parcelle de cotonnier produisant 1,5 t/ha de coton-graine produit 1,5 t/ha de tiges et 1,2 t/ha de feuilles. Pour une superficie cultivée de 374 ha à Laïndé Massa, la biomasse produite dans le terroir en novembre serait en moyenne de 1 009 t/ha.

Dans les parcelles des cultures associées, pour une superficie de 1 ha, la densité de chaque culture a été mesurée. On en tire les estimations suivantes: pour une parcelle de 1 ha, le sorgho occupe 1 577 m² et l'arachide 8 423 m². Etant donnée que la production de sorgho en pure est estimée à 2983 kg/ha et l'arachide 1 350 kg/ha, nous obtenons pour la culture

associée une production moyenne estimée à 1 607 kg/ha. Dans les parcelles de sorgho pur, la biomasse disponible est de 131 t/ha qui sera partagée entre la consommation des animaux et la construction. Les tiges de sorgho sont moins appréciées par les animaux.

4.1.3.2. Reliquats de biomasse en fin de saison sèche

Pour chaque type de culture les quantités restantes sur le terrain en fin de saison sèche (mai) ont été mesurées. Il est à noter que lors du recensement en 2004, on n'a pas relevé de parcelles de culture laissées en jachère. Le tableau suivant présente ces données.

Tableau 8 : évaluation des résidus mesurés en fin de saison sèche (mai 2005)

Résidus de culture	Superficies en ha	Reliquats en kg de MS	Biomasse totale en tonnes
Maïs	298	1 210	360
Coton	374	808	302
Sorgho	44	1 493	65
Arachide	9	0	0
Niébé	4	0	0
Riz	4	0	0
Sorgho/arachide	270	935	252
Total (tonnes)	1 003	4 446	979

Il faut noter que la biomasse totale restante est sensiblement surestimée ; en effet, ce chiffre contient également des résidus de terre qui ont malheureusement été comptabilisés par erreur lors de l'arrachage des toques de maïs !

Il est à noter que nous n'avons pas inclus dans ces données l'évaluation des repousses (2 tonnes sur l'ensemble du terroir) ainsi que les fèces laissées par le passage des troupeaux qui ont été évaluées à 105 tonnes sur l'ensemble du terroir. Ces résultats sont peu significatifs par rapport aux données globales mesurées.

4.1.4. Adéquation entre l'offre et les besoins en biomasse avec simulation des besoins en biomasse

4.1.4.1. La consommation en biomasse du troupeau local

Les besoins alimentaires des animaux sont obtenus à partir de leurs poids moyens et des quantités de biomasse ingérées par jour. Ces besoins sont surestimés par rapport à la réalité dans le village. C'est à dire que les animaux consomment moins de biomasse que prévu à cause du fait que les stocks de fourrage ne sont pas suffisants. Le tableau XII donne les besoins quotidiens des animaux locaux du village.

Tableau 9 : besoins fourragers du cheptel dans le terroir de Laïndé Massa

Animaux	Effectifs	Besoins fourragers quotidiens (en kg MS/ jour)
Bovins	508	2 540
Petits ruminants	1 936	1 645
Porcins	898	1 796
Total	-	5 981

Source: Données d'enquêtes et Mémento de l'agronome 2002

La mise en évidence des productions de biomasse des différentes cultures en fonction des superficies cultivées a permis d'obtenir un potentiel de biomasse consommable estimé à **1 626 tonnes** de matière sèche. La biomasse du coton estimée à 1 009 tonnes de matière sèche dans tout le terroir n'est pas totalement prise en compte pour le bilan de biomasse consommable. Ceci parce qu'elle est constituée des tiges lignifiées et des feuilles qui ne sont pas entièrement consommées par les animaux. Les études ont montré que les animaux trient le fourrage lors des pâtures. Les parties consommables par les animaux sont les repousses des feuilles après les récoltes et sont estimées à 50 % de la production de biomasse du cotonnier. Ce qui donne une quantité de 504 tonnes de biomasse non consommable dans la production de cotonnier. Les tiges lignifiées du sorgho ne sont également pas consommées par les animaux et se retrouvent dans les parcelles en mai. Les pailles de maïs sont directement consommées sur les parcelles, tandis que les fanes de légumineuses et les pailles de riz sont stockées par les paysans avant qu'elles ne soient détruites par la pluie.

4.1.4.2. Le stockage des résidus de culture

Il a été relevé tous les mouvements de biomasse stockée dans la concession de l'exploitation, avec les différents usages prévus. Le tableau ci dessous présente les quantités cumulées à l'échelle du village.

Tableau 10 : mesure de la quantité de résidus stockés dans le terroir

Stock	Quantités de paille en tonnes
Alimentation	
Paille de maïs	15
Cannes de sorgho	26
Fanes d'arachide	9
Fanes de niébé	4
Paille de riz	11
Sous-total	65
Construction	33
Vente	0,04
Total	98,04

Ces résultats montrent que pour la campagne 2004 - 2005, les paysans ont stocké 65 tonnes de matière sèche pour l'alimentation de leurs animaux et 33 tonnes de MS pour la construction. Globalement environ 98 tonnes de MS sont stockées dans le terroir en 2004. Mais au dire des acteurs, les ménages n'arrivent pas à collecter suffisamment de résidus de récolte à cause de la transhumance et la veine pâture qui entre très précocement dans les parcelles

4.1.4.3. Le prélèvement lié à la transhumance

Ce terroir est une zone de passage des animaux des troupeaux Peulhs des villages voisins et des pays limitrophes. D'après les agro-éleveurs de Laïndé Massa, la part du prélèvement lié à la transhumance peut être estimée à 50 % de la biomasse du stock initial consommé durant les mois de janvier à mars (3 mois). Au-delà, on considère que les troupeaux transhumants quittent le secteur pour aller pâturer plus au sud dans la région de l'Adamaoua.

Ramené à l'échelle du terroir, ce prélèvement est estimé à 271 tonnes de biomasse / mois. Cette estimation (biomasse totale x 50% et / 3 mois) est bien sûre à confirmer par des études ultérieures qui sont actuellement en cours (Dongmo, 2006)

D'après les enquêtes menées, il existe de nombreux conflits entre les utilisateurs de la biomasse qui se terminent par des avertissements, des plaintes ou des excuses. Ces conflits peuvent avoir lieu soit pendant la culture, soit pendant la récolte, ou après la récolte. D'après les agriculteurs, les causes de ces conflits sont surtout liées à l'entrée trop précoce des animaux dans les champs cultivés pour pâturer ou piétiner les cultures.

4.1.5. Analyse de l'adéquation entre l'offre et les besoins en biomasse dans le terroir

Pour apprécier la dynamique d'évolution de la biomasse sur le terrain entre novembre (stock maximum) et mai (stock minimum), on a modélisé la variation du stock en déduisant mensuellement :

- La biomasse utilisée par les animaux du village
- La biomasse consommée par les troupeaux transhumants ; cette valeur est estimée à dire d'acteur à la moitié du stock initial que l'on déduit par pendant les trois premiers mois de pâturage (déc, janv, févr); au-delà, les troupeaux quittent le terroir vidé de sa biomasse pour rejoindre d'autres zones de pâturage.
-

La paille utilisé pour la construction ainsi que les parcelles brûlées (insignifiante cette année au moment de l'étude) sont déduites au départ.

La figure ci dessous montre l'évolution de la biomasse de novembre en mai entre les différents acteurs présent sur le terroir.

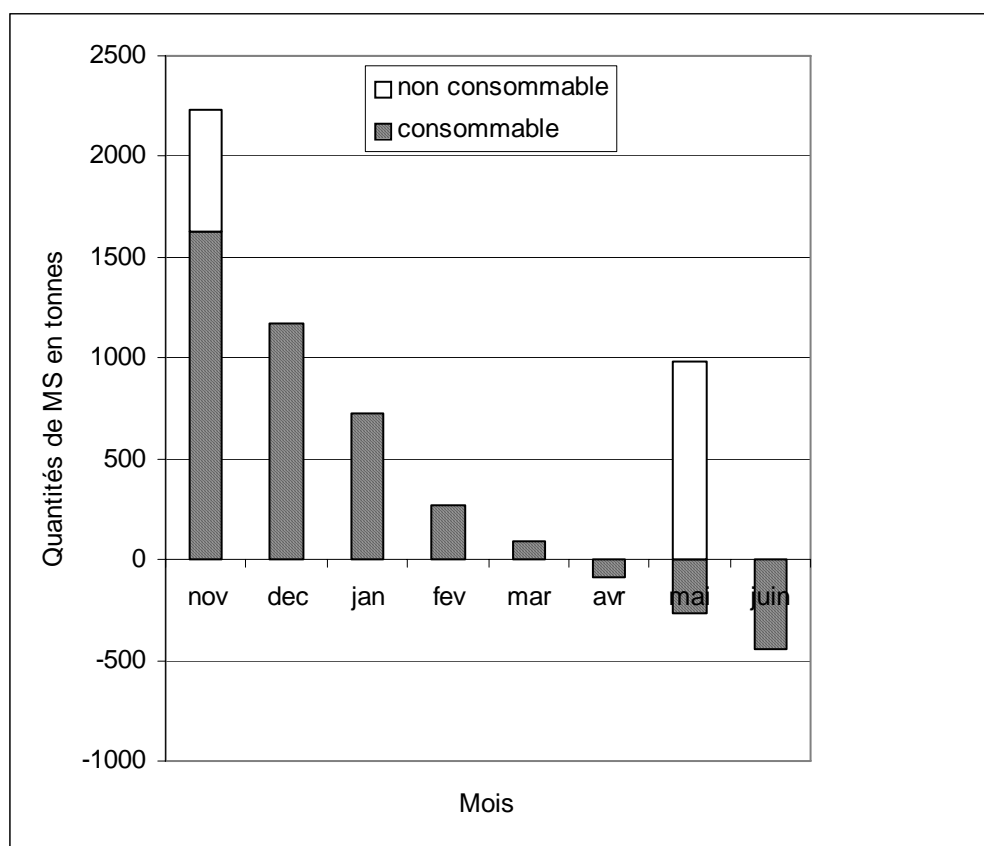


Figure 14 : dynamique de la biomasse à l'échelle du terroir de Laïndé Massa

La biomasse non consommable est reportée sur la figure à titre indicatif. Le besoin fourrager mensuel du troupeau local est de 180 tonnes de MS tandis que le besoin du troupeau transhumant est estimé à 271 tonnes de MS par mois pendant les mois de décembre, janvier et février. Après déduction de ces prélèvements sur le mois de décembre, la biomasse restant en janvier est de 1 175 tonnes. Cette même opération mathématique est répétée sur les mois suivants.

Cette simulation montre une décroissance rapide du disponible en biomasse. A partir du mois de mars, il ne reste plus que 93 tonnes de biomasse sur l'ensemble du le terroir. Dès le mois d'avril, le bilan bascule en négatif (-87 tonnes) et la situation va en s'aggravant avant la saison des pluies suivante.

Ce profil graphique coïncide avec les observations visuelles du paysage durant la saison sèche où il ne reste plus de biomasse à pâturer dès mars.

La biomasse disponible dans le terroir étudié permet tout juste d'alimenter le troupeau local et transhumant durant 4 mois; au-delà, il va falloir trouver des complémentations pour assurer la ration alimentaire du bétail (tourteaux, transhumance, stockage à domicile, etc....)

4.1.6. Adéquation à l'échelle du terroir de l'offre en biomasse et l'intégration d'un système SCV

Dans ce paragraphe, nous proposons de modéliser l'intégration d'un compartiment SCV dans l'espace agricole. Nous proposons comme hypothèses pour cet exercice :

1. on entend par SCV, un semis dans une couverture organique qui couvre réellement le sol
2. pour obtenir cette couverture organique morte, il faut compter au moins sur une biomasse de l'ordre de 6 tonnes/ha de matière sèche.
3. l'intégration de SCV dans un système conventionnel, signifie l'immobilisation d'un espace réservé à la conduite du SCV et protégé de la veine pâture ; dans ce cas, la moitié de l'espace est conduite en coton sur SCV, l'autre moitié en céréales associées à une plante de production de biomasse (*Brachiaria* , etc...) sert à produire la couverture organique morte.
4. deux niveaux de production de biomasse en SCV sont envisagés : 6 tonnes de matière sèche/ha (minimum pour une couverture du sol) ou 15 tonnes de matière sèche /ha (performances annoncées par l'équipe SCV) ;
 - a. dans le cas du niveau « 6 tonnes », le dispositif est consommateur de biomasse puisqu'il soustrait un espace de biomasse à la veine pâture sans en restituer;
 - b. dans le cas du niveau « 15 tonnes », le dispositif produit un surplus de 15 tonnes/ha - 6 tonnes/ha = 9 tonnes/ha ; mais seulement sur la moitié de la superficie, l'autre étant réservée à la culture du coton. La production se réduit donc à 4.5 tonnes pour une superficie de 1 ha.
5. l'exercice consiste à modéliser l'immobilisation de 10%, 20%, 30%, et 50% de l'espace agricole du terroir en système SCV basé sur ce schéma.

La mise en pratique de cet exercice de modélisation conduit aux figures suivantes :

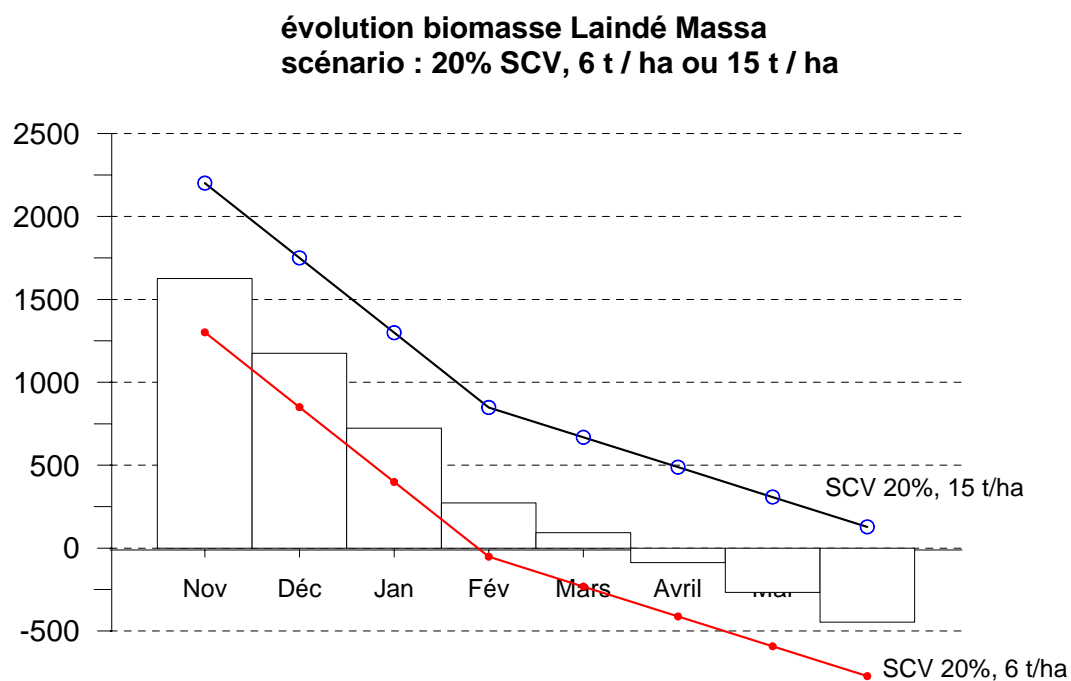
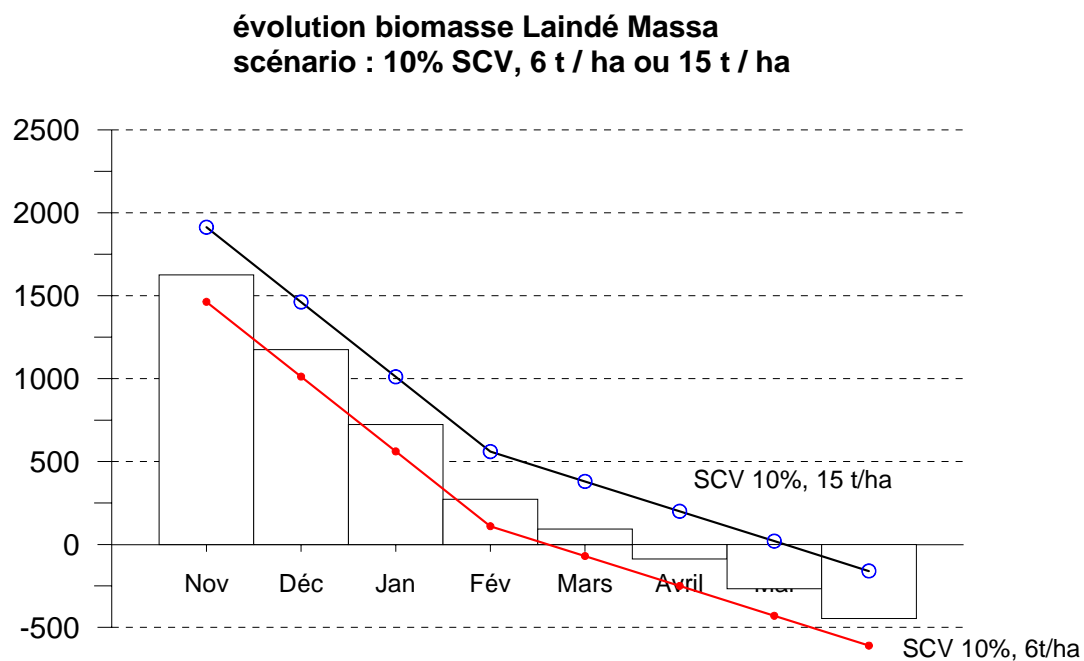


Figure 15 : évolution de la biomasse consommable entre décembre et mai; scénarii 10% et 20% de superficie en SCV

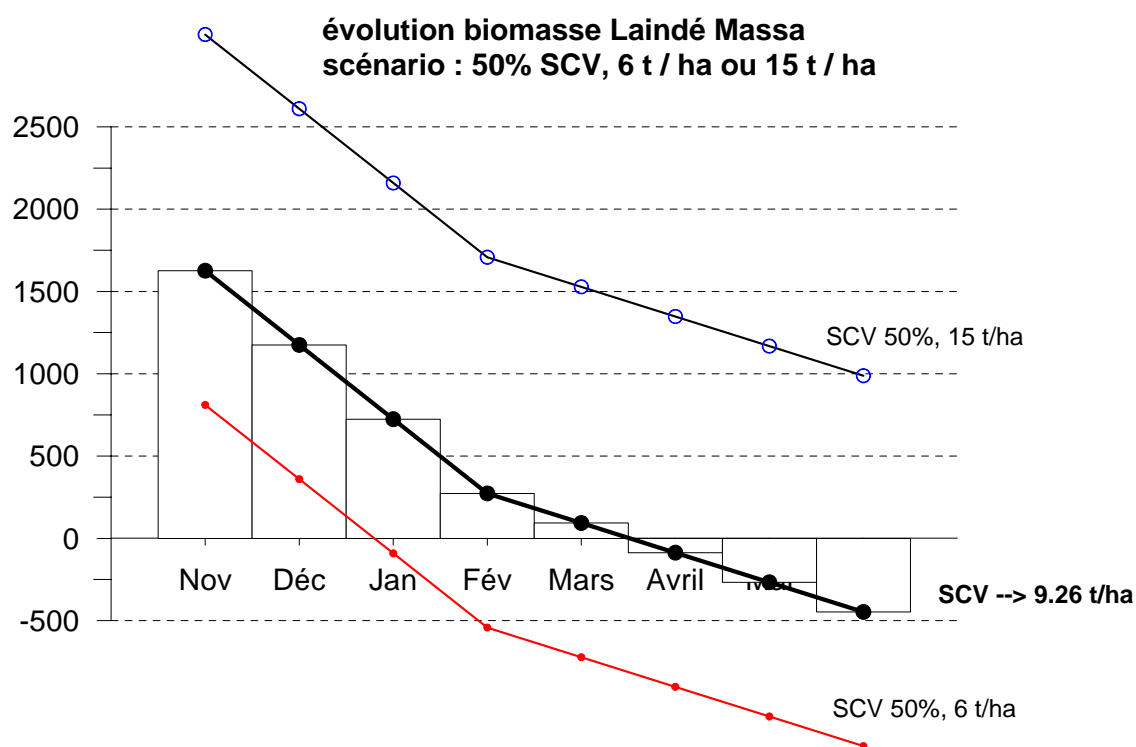
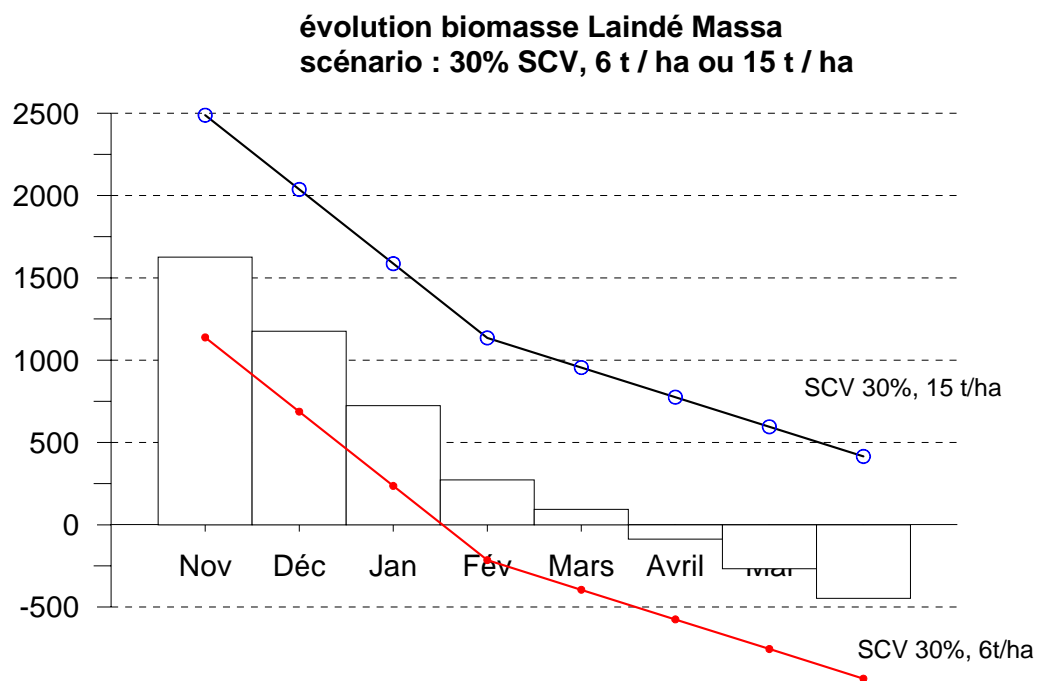


Figure 16 : évolution de la biomasse consommable entre décembre et mai; scénarii de 30% et 50% de superficie en SCV

Les histogrammes reprennent les résultats déjà développés dans le paragraphe précédent en simplifiant cependant le graphique en ne faisant pas figurer la biomasse « non consommable » qui nous concerne moins dans ce raisonnement.

Comme exposé précédemment, la biomasse disponible est nulle dès le mois de mars, le bilan devient négatif en avril.

En créant dans l'espace de culture un dispositif SCV protégé pour assurer le maintien d'une couverture végétale, on soustrait cette superficie à la production globale de biomasse du terroir.

Dans le cas du scénario de 10 % de superficie consacrée au SCV (figure 15) et d'une capacité de production de la parcelle en céréale x plante associée (production de la couverture organique) de 6 tonnes de biomasse/ha (production minimum pour installer une couverture organique), on aggrave le déficit fourrager qui devient proche de zéro dès mi février, et négatif dès début mars. Le déséquilibre fourrager est accéléré d'environ 1 mois.

Par contre, dans ce même scénario de 10% en SCV, mais avec une production de biomasse 15 tonnes/ha de la parcelle en céréales x plante associée, le système dégage une pluvalue en biomasse de 4.5 tonnes / ha, récupérable comme fourrage. Le déficit fourrager est retardé de 2 mois par rapport à la situation initiale.

Dans le scénario suivant (20% en SCV), le système produisant 6 tonnes de biomasse aggrave fortement la tension sur le déficit fourrager (proche de zéro en mi janvier et déficitaire début février). Le système SCV à 15 tonnes dégage suffisamment de biomasse pour permettre une réserve fourragère suffisante pour atteindre pratiquement la saison des pluies suivante.

Dans les scénarii suivants de 30% et 50% (figure 16) les résultats évoluent de façon similaire : la tension fourragère devient de plus en plus ingérable dans le cas des 6 tonnes de production SCV, et largement excédentaire pour le système SCV 15 tonnes/ha.

Dans cette dernière figure est également représentée la situation médiane qui symbolise le niveau de production de biomasse pour le maintien de la situation en l'état actuel. Il ressort dans ce cas que le système SCV doit produire une biomasse de 9.2 tonnes/ha. Cela signifie :

1. qu'en dessous de 9.2 tonnes/ha, le système devient aggravant par rapport à la situation actuelle déjà tendue
2. qu'au dessus de 9.2 tonnes /ha, le système devient améliorant par rapport à la situation actuelle et génère des pluvalues de biomasse

4.2. Flux de biomasse à l'échelle du terroir de KILVO

4.2.1. Traits généraux du terroir

Kilwo est un petit terroir situé au Sud Ouest de Maroua, sur la route de Mokolo. Il est situé au fond d'une vallée étroite encadrée de montagnes de basse altitude.

Le nombre d'exploitations recensées est de 76. Les chefs d'exploitation (CE) sont pour la plupart des adultes dont 83% d'hommes et 17% de femmes³. La moyenne d'âge de ces chefs d'exploitations est de 39 ans et ils ont en moyenne 7 personnes à sa charge, dont 4 sont actives.

Le superficie moyenne cultivée par exploitation est de 1,81 ha⁴, réparties en coton, sorgho, arachide, niébé, maïs, riz et pois de terre. L'élevage est dominée par les petits ruminants, on retrouve en moyenne 7 animaux par exploitation (pour la plupart des caprins et ânes). L'élevage de bovins est marginal.

On a identifié peu de conflits opposant les divers usagers de biomasse. 47% des chefs d'exploitation ne connaissent pas de conflit avec d'autres usagers sur l'utilisation de la biomasse (éleveurs transhumants et sédentaires). Cela semble normale, puisque cette zone est relativement isolée et loin des parcours de transhumance. Quand les troupeaux passent, ils restent peu de temps. La grande majorité des agriculteurs (95% des cas) ne font pas de contrat de parage avec des éleveurs ; certains parce qu'ils ignorent simplement l'usage de ces contrats. Seuls, 5% des exploitants ont passé un accord avec des éleveurs peuls dont 2% pour consommation des résidus sans parage et 3% pour consommation des résidus avec parage dans la parcelle agricole.

4.2.2. Typologie des exploitations agricoles

Cinq types d'exploitation ont été identifiés à Kilwo sur la base des variables clefs identifiées précédemment. Le tableau suivant mentionne quelques traits généraux de ces types d'exploitation.

Tableau 11 : caractéristiques générales des exploitations (moyenne par type)

Variables	type I	type II	type III	type IV	type V
Nombre d'exploitation	12	27	13	16	8
nbre pers actives dans l'exp	2,00	3,93	3,31	4,06	7,25
sup en propriété (ha)	0,54	0,91	1,75	1,19	3,34
Sup en location (ha)	0,47	0,84	0,92	1,14	0,91
Sup totale en ha	0,96	1,69	1,81	2,31	2,5
Nbre total d'animaux (nbre de tête)	0,50	3,85	7,31	9,69	17,88
BMSJ* (kg)	0,43	3,55	8,07	13,09	30,56

³ Ces femmes sont soit des veuves, soit des femmes dont le mari est allé travaillé à la ville

⁴ Le sorgho occupe près de 57% de cette superficie totale cultivées du fait qu'il constitue la principale source de céréale des populations de cette localité.

Nbre bottes pour alimentation	4,08	9,93	17,31	17,94	30,25
Nbre bottes construction	3,17	5,81	11,31	11,06	18
Nbre bottes de l'extérieur	5,17	15,30	18,69	26,19	32,25
Bottes vente pour céréales	0	0	0	0	0
Bottes vente pour légumineuses	0	1,85	5,31	0	0

Il ressort de ce tableau que les flux de biomasse sont importants en allant du type I au type V, et ceci à cause de l'augmentation du nombre d'animaux quant on passe du type I au type V. La taille de la famille augmente également en passant du type I au type V. Ceci coïncide avec l'augmentation de la taille des exploitations du premier au dernier type.

Type I : Petites superficies (0,96 ha), presque pas d'élevage (au plus un petit ruminant) avec un revenu basé sur le coton et qui ont une faible production de céréale, avec une petite famille (4 personnes)

On retrouve 12 exploitations dans ce type, elles présentent les caractéristiques moyennes mentionnées dans le tableau ci-après.

Tableau 12 : caractéristiques générales des exploitations de type I

<i>Variables</i>	<i>moyennes</i>	<i>minimum</i>	<i>maximum</i>
Nombre personnes actives	2,00	1,00	4,00
Superficie totale/ha	0,96	0,38	1,38
Coton	0,2		
Maïs	0		
Sorgho	0,67		
Arachide	0,01		
Niébé	0		
Riz	0		
Sorgho/ara	0,08		
Sorgho/niébé	0		
Nombre total d'animaux (nbre de têtes)	0,50	0,00	1,00
Bovins d'élevage	0	0	0
Bovins de trait	0	0	0
Anes	0	0	0
Caprins	0,5	0	1
BMSJ ⁵ (en kg)	0,43	0,00	0,86
Nombre total de bottes stockées pour alimentation bétail	4,08	0,00	20,00
Nombre total de bottes stockées pour construction	3,17	0,00	10,00

⁵ Besoins en Matière Sèche par Jour exprimés par les animaux de l'exploitation.

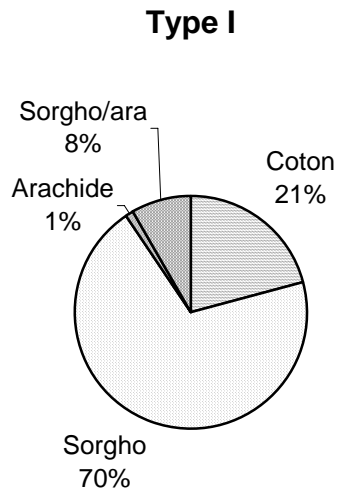
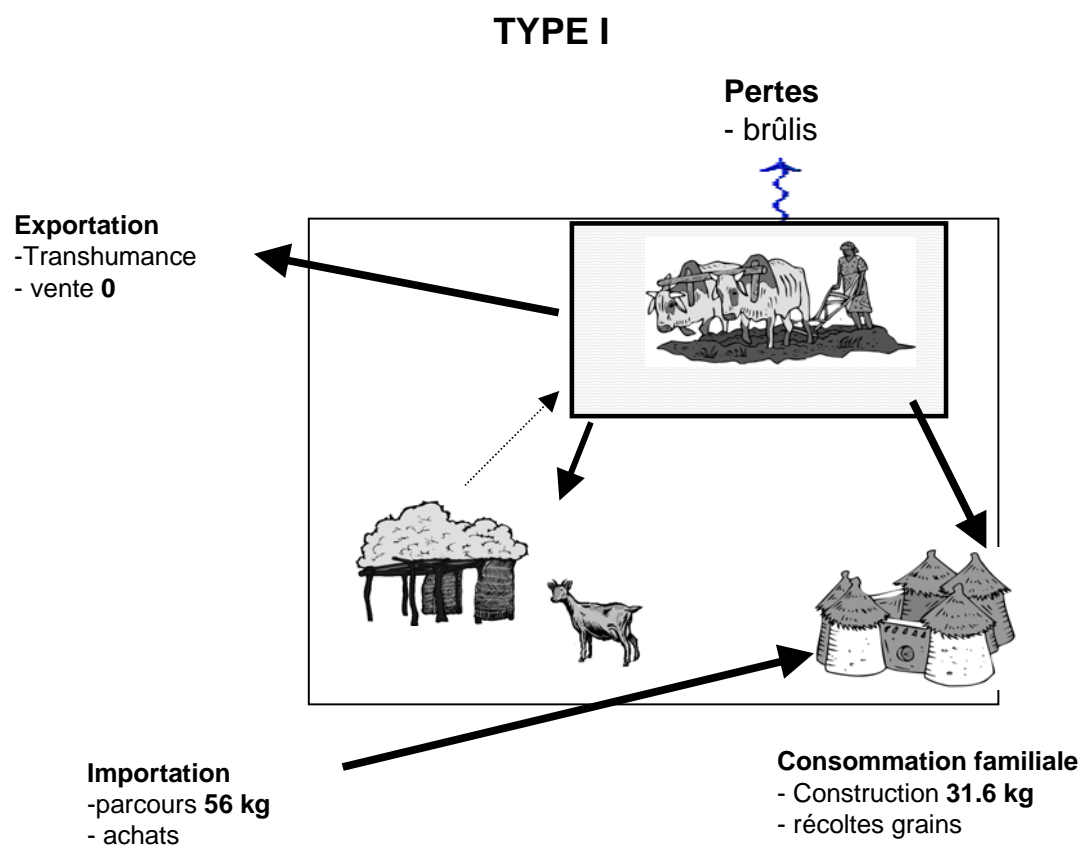


Figure 17 : répartition des superficies par culture pour le type I

La culture de sorgho occupe environ 70% (0.67 ha) de la superficie totale cultivée dans l'exploitation. La plus faible proportion revient à la culture de l'arachide, et ceci à cause de la taille réduite de la superficie totale cultivée. Les cultures associées (sorgho x arachide) représentent 8% de la superficie.



Nbre exploitations	12	Besoin fourrager <1 kg de MS/j Ovins+ Caprins (0.5 unité)
Nbre personnes à charge	4.17	
Nbre actifs	2	
Surface cultivée	0.96 ha	Flux biomasse
Coton	21%	
Maïs	0%	
Arachide	1%	
sorgho	70%	
Niébé	0%	
Cult associées	8%	
		Récoltes grains 664 kg
		Bottes alimentation 4.08
		Bottes construction 3.17
		importation 5.6
		Vente 0
		transhumance

Figure 18 : flux de biomasse dans les exploitations de type I

Type II : Des superficies moyennes (1,69 ha), avec un peu d'élevage.(au plus un âne et six petits ruminants) Le coton tient toujours une forte position, les céréales occupent une place importante (63%). Ces exploitations ont un revenu basé sur coton et arachide. La famille compte en moyenne 6 personnes

Ce type correspond aux exploitations qui expriment un besoin journalier en matière sèche allant de 1 à 6 kg. Les paysans ici cultivent beaucoup de céréale. En tirant leurs revenus essentiellement du coton et de l'arachide, ils achètent de la céréale pour compenser le déficit alimentaire. Les caractéristiques relatives à ce type sont mentionnées dans le tableau suivant.

Tableau 13 : caractéristiques générales des exploitations de type II

<i>Variables</i>	<i>moyennes</i>	<i>Minimum</i>	<i>maximum</i>
Nombre personnes actives	3,93	2,00	8,00
Superficie totale/ha	1,69	0,63	3,75
Coton	0,34		
Maïs	0		
Sorgho	1,06		
Arachide	0,06		
Niébé	0		
Riz	0		
Sorgho/arachide	0,17		
Sorgho/niébé	0,06		
Nombre total d'animaux	4	2,00	6,00
Bovins d'élevage	0	0	0
Bovins de trait	0	0	0
Anes	0,07	0	1
Caprins	4	1	6
BMSJ ⁶ (en kg)	5,02	1,72	9,44
Nombre total de bottes stockées pour alimentation bétail	9,93	0,00	50,00
Nombre total de bottes stockées pour construction	5,81	0,00	45,00

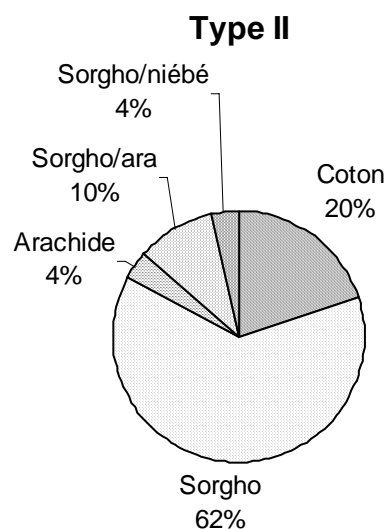


Figure 19 : répartition des superficies par culture pour le type II

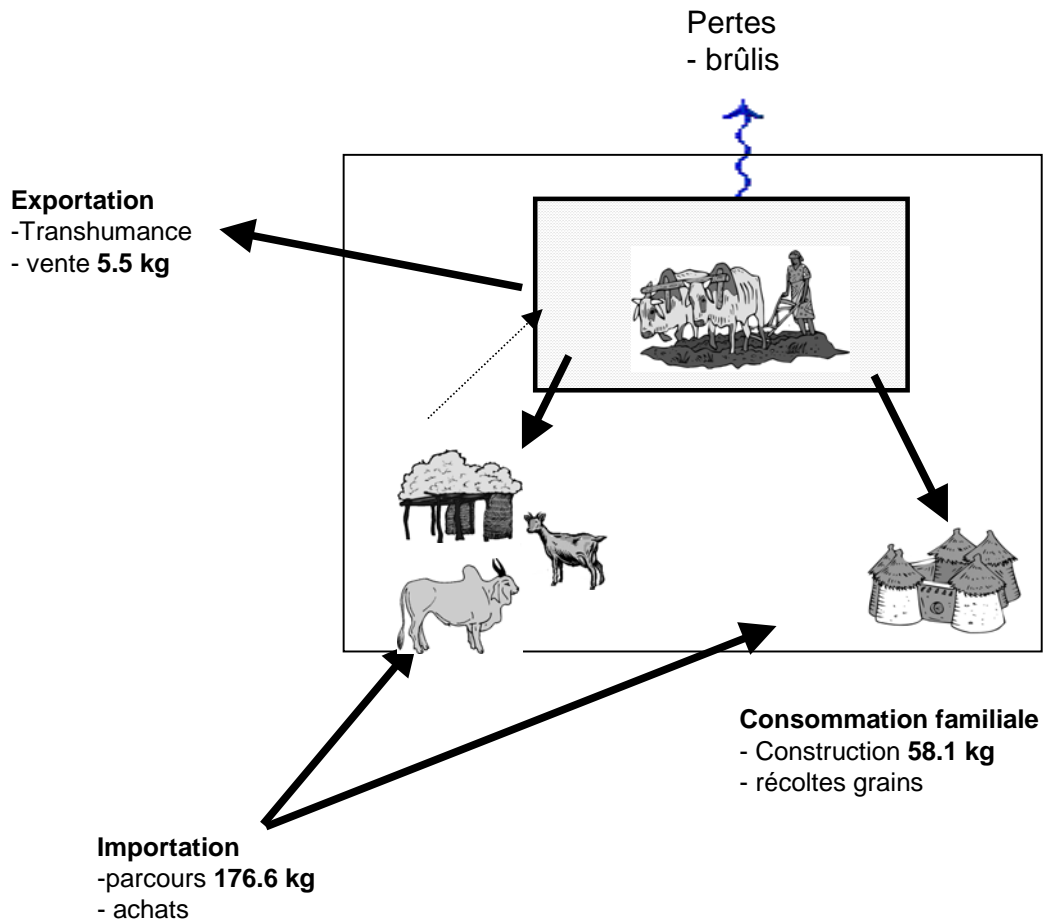
⁶ Besoins en Matière Sèche par Jour exprimés par les animaux de l'exploitation.

La culture de sorgho occupe une grande proportion comme dans le type I. le paysan cultive beaucoup de sorgho pour essayer de couvrir les besoins alimentaires de la famille.

Flux de biomasse dans le type II

Dans ce type, les animaux pendant la saison sèche consomment les résidus de récolte aux champs et ne reçoivent aucune alimentation à la maison. En période des cultures, ces animaux sont gardés dans des enclos où ils sont nourris aux résidus de récolte stockés par le paysan. La figure 24 ci après illustre ce flux de biomasse.

TYPE II



Nbre exploitations	27	Besoin fourrager	=[1- 6 kg MS / jour]
Nbre personnes à charge	6.15		
Nbre actifs	3.93		Ovins+caprins (3.78 unités)
Surface cultivée	1.69 ha	Flux biomasse	
Coton	20 %	Récoltes grains	1085.5 kg
Maïs	0 %	Bottes alimentation	9.93
Arachide	3 %	Bottes construction	5.81
sorgho	63 %	importation	17.6
Niébé	0 %	Vente	5.2 kg
Cult associées	14 %	Transhumance	

Figure 20 : flux de biomasse dans les exploitations de type II

Type III : Superficies cultivées de 1,81 ha, timide développement de l'élevage (jusqu'à 10 animaux chez certains dont 1 bovin au plus). Ces exploitations ont un revenu basé sur le coton et l'arachide, place importante de sorgho (61%) et arachide (15%), la famille est composée en moyenne de 7 personnes

Ce type correspond aux exploitations dont le bétail exprime un besoin en matière sèche journalier compris entre 6 kg et 10 kg. Les superficies cultivées ici sont de tailles moyennes. Les paysans ont un revenu important qui provient de la vente des cultures de rente. Ces exploitations présentent les caractéristiques mentionnées dans le tableau ci-après.

Tableau 14 : caractéristiques générales des exploitations de type III

<i>Variables</i>	<i>moyennes</i>	<i>minimum</i>	<i>maximum</i>
Nombre personnes actives	3,31	0,00	5,00
Superficie totale/ha	1,81	1	2,63
Coton	0,42		
Maïs	0,06		
Sorgho	1,1		
Arachide	0,04		
Niébé	0,02		
Riz	0		
Sorgho/ara	0,17		
Sorgho/niébé	0		
Nombre total d'animaux (nbre de tête)	7,31	5,00	10
Bovins d'élevage	0	0	0
Bovin de trait	0,08	0	1
Anes	0,38	0	1
Caprins	6,62	4	10
BMSJ ⁷ (en kg)	8,07	6,88	9,44
Nombre total de bottes stockées pour alimentation	17,31	0,00	81
Nombre total de bottes stockées pour construction	11,31	0,00	45,00

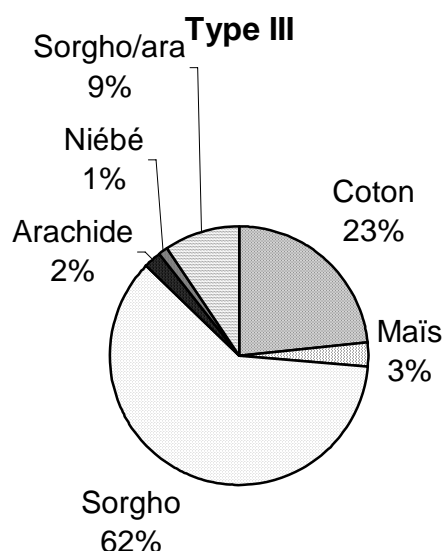


Figure 21 : répartition des superficies par culture pour le type III

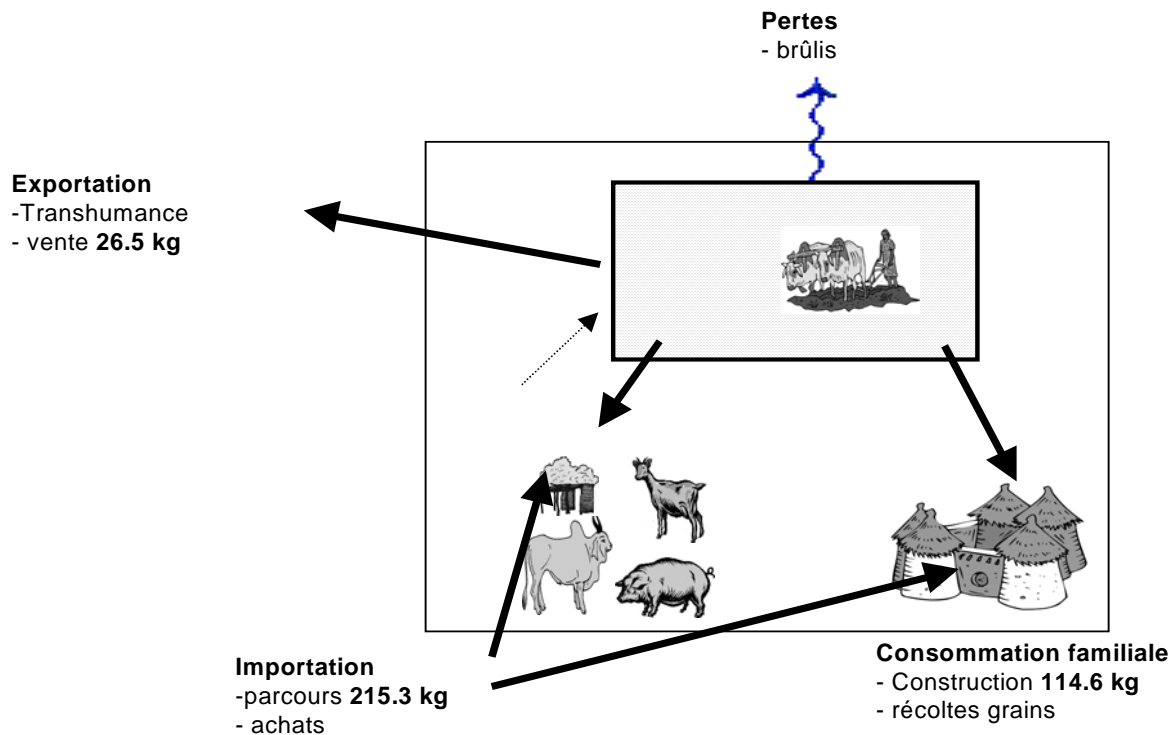
⁷ Besoins en Matière Sèche par Jour exprimés par les animaux de l'exploitation.

Dans ce type, le sorgho représente près de 61% des parcelles cultivées et le coton 23%. L'association sorgho/arachide occupe près de 10% de la superficie totale cultivée. Ce qui s'explique par le fait que plus la surface totale cultivée est grande, plus les paysans ont tendance à associer les cultures. Ils ont également tendance à intensifier la culture cotonnière.

Flux de biomasse dans le type III

Ce type d'exploitation a tendance à stocker plus de biomasse pour l'alimentation des animaux et la construction. Le paysan fait un apport de l'extérieur de paille pour construction. En période de culture, ces animaux sont tous gardés à la maison et reçoivent une alimentation à base des résidus stockés (tiges de céréales et fanes de légumineuses) et du fourrage (herbe fraîche et émondes de *Faidherbia*) coupé par les enfants. Ce flux de biomasse est représenté par la figure 25 ci après.

TYPE III



Nbre exploitations	13	Besoin fourrager	=[6 - 10 kg MS/jour]
Nbre personnes à charge	6.46		Bovins (0.08 unité)
Nbre actifs	3.31		Ovins + caprins (6.62 unités)
			Anes (0.38 unité)
			Porcins (0.23 unités)
Surface cultivée	3.79 ha	Flux biomasse	
Coton	36 %	Récoltes grains	1446 kg
Maïs	21 %	Bottes	
Arachide	15 %	alimentation	17.31
sorgho	12 %	Bottes	
Niébé	4 %	construction	11.31
Cult associées	12 %	importation	21.5
		Vente	
		transhumance	5.3

Figure 22 : flux de biomasse des exploitations du type III

Type IV : Grandes superficies de culture (2,31 ha), stratégie basée sur la culture et l'élevage (14 caprins dans certaines exploitations et 2 ânes), superficies de coton importantes (22%), mais importance de la culture associée (24%) au détriment du sorgho, la famille est composée en moyenne 8 personnes

Ici, les besoins alimentaires des animaux en matière sèche par jour sont estimés entre 10 et 20 kg. Les paysans de ce type pratiquent en même temps l'agriculture et l'élevage comme activité. Ils tirent des revenus importants de la culture de coton et d'arachide.

Tableau 15 : caractéristiques générales des exploitations de type IV

<i>Variables</i>	<i>Moyennes</i>	<i>minimum</i>	<i>maximum</i>
Nombre personnes actives	4,06	0,00	8,00
Superficie totale/ha	2,31	0,75	5,25
Coton	0,5		
Maïs	0,03		
Sorgho	1,1		
Arachide	0,08		
Niébé	0,05		
Riz	0		
Sorgho/ara	0,2		
Sorgho/niébé	0,34		
Nombre total d'animaux	9,69	5,00	15,00
Bovins d'élevage	0,44	0	3
Bovin de trait	0,00	0	0
Anes	0,94	0	2
Caprins	8,31	3	14,00
BMSJ ⁸	13,09	10,02	18,44
Nombre total de bottes stockées pour aliment	17,94	00,00	65,00
Nombre total de bottes stockées pour construction	11,06	00	47,00

Type IV

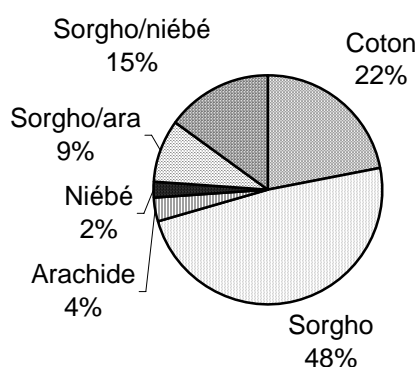


Figure 23: répartition des superficies par culture dans le type IV

La culture pure de sorgho ne représente que 48% de la superficie cultivée. Par contre l'association Sorgho/légumineuses occupe près de 24% de la superficie totale cultivée. La culture associée prend de l'importance avec l'augmentation des superficies totales cultivées.

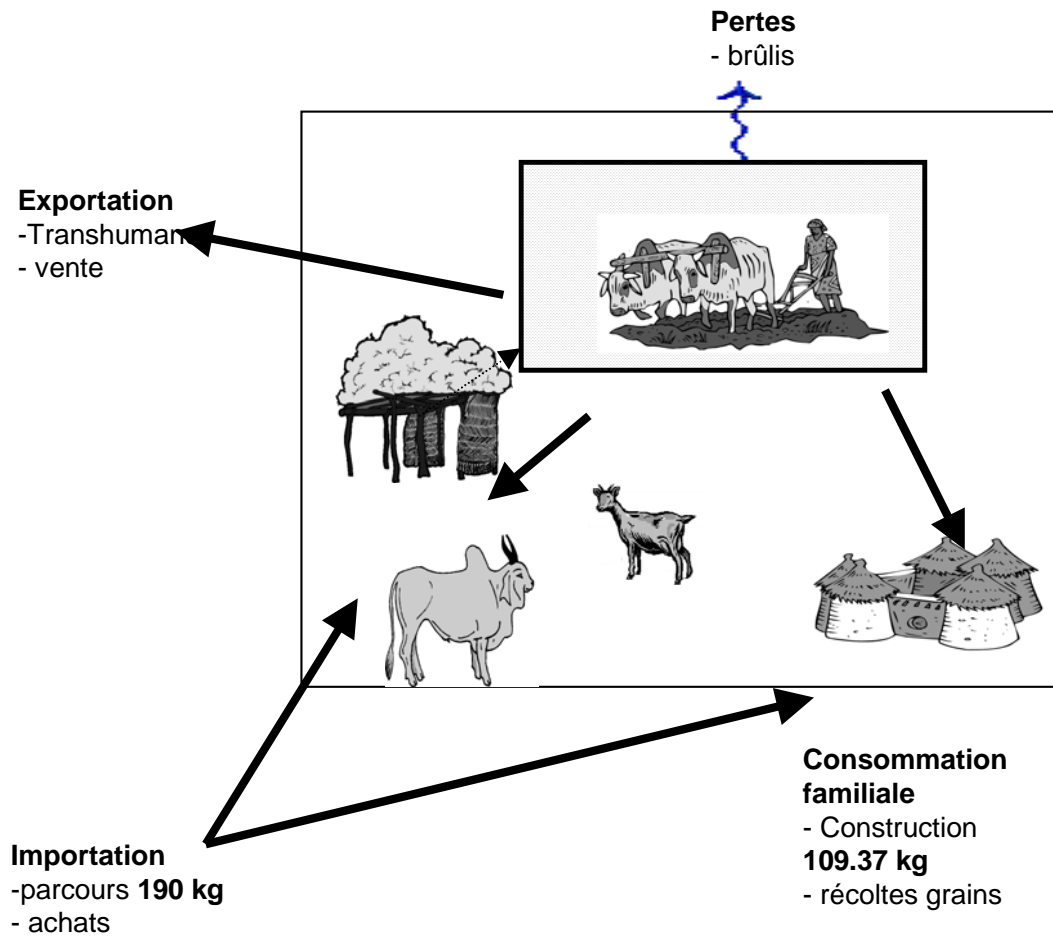
⁸ Besoins en Matière Sèche par Jour exprimés par les animaux de l'exploitation.

Ici, le risque que prend le paysan en associant les cultures n'est pas trop élevé car celui-ci a des parcelles assez grandes pour satisfaire les besoins alimentaires de la famille.

Flux de biomasse dans le type IV

L'utilisation de la paille pour la construction et pour la consommation animale est forte dans le type III. Cette biomasse provient aussi bien de la brousse que des parcelles cultivées. Le flux de biomasse dans ce type est illustré par la figure ci après.

TYPE IV



Nbre exploitations	16	Besoin fourrager	= [10-20 kg MS/jour]
Nbre personnes à charge	8		Bovins (0.44 unités)
Nbre actifs	4.06		ovins+caprins (8.31 unités)
			Anes (0.94 unités)
Surface cultivée	2.31 ha	Flux biomasse	
Coton	22%	Récoltes grains	1777.25 kg
Maïs	1 %	Bottes alimentation	17.94
Arachide	3%	Bottes construction	11.06
sorgho	48 %	importation	19
Niébé	2 %	Vente	0
Cult associées	24%	transhumance	

Figure 24 : flux de biomasse dans les exploitations de type IV

Type V : Grandes superficies (2,5 ha), stratégie basée sur la culture et l'élevage (25 caprins et 7 bovins dans certaines exploitations), superficies coton importantes (18%), importance de la culture associée, maïs et arachide (31%), avec une grande famille (15 personnes)

C'est le type où les besoins exprimés en matière sèche par jour sont supérieurs à 20 kg. Les exploitants de ce type gagnent beaucoup d'argent dans la vente du coton, de l'arachide et du niébé.

Tableau 16 : caractéristiques générales des exploitations du type V

Variables	moyennes	minimum	maximum
Nombre personnes actives	7,25	3,00	12,00
Superficie totale/ha	2,50	1,38	5,50
Coton	0,44		
Maïs	0,17		
Sorgho	1,25		
Arachide	0,23		
Niébé	0		
Riz	0,03		
Sorgho/ara	0,09		
Sorgho/niébé	0,28		
Nombre total d'animaux	17,88	10,00	28,00
Bovins d'élevage	2,38	0	7
Bovin de trait	0,25	0	2
Anes	1,38	0	2
Caprins	13,88	5	25
BMSJ ⁹	30,56	21,18	52,46
Nombre total de bottes stockées pour aliment	30,25	00,00	57,00
Nombre total de bottes stockées pour construction	18,00	5,00	40,00

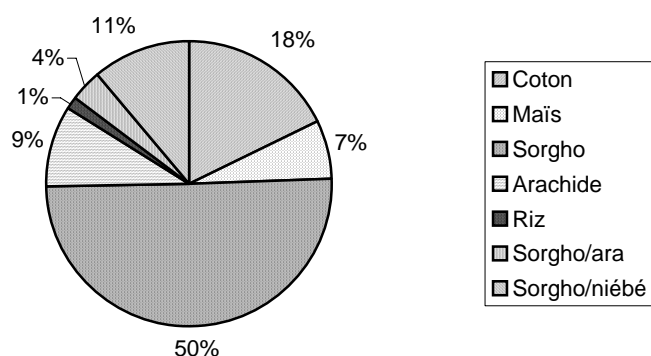


Figure 25 : répartition des superficies par culture pour le type V

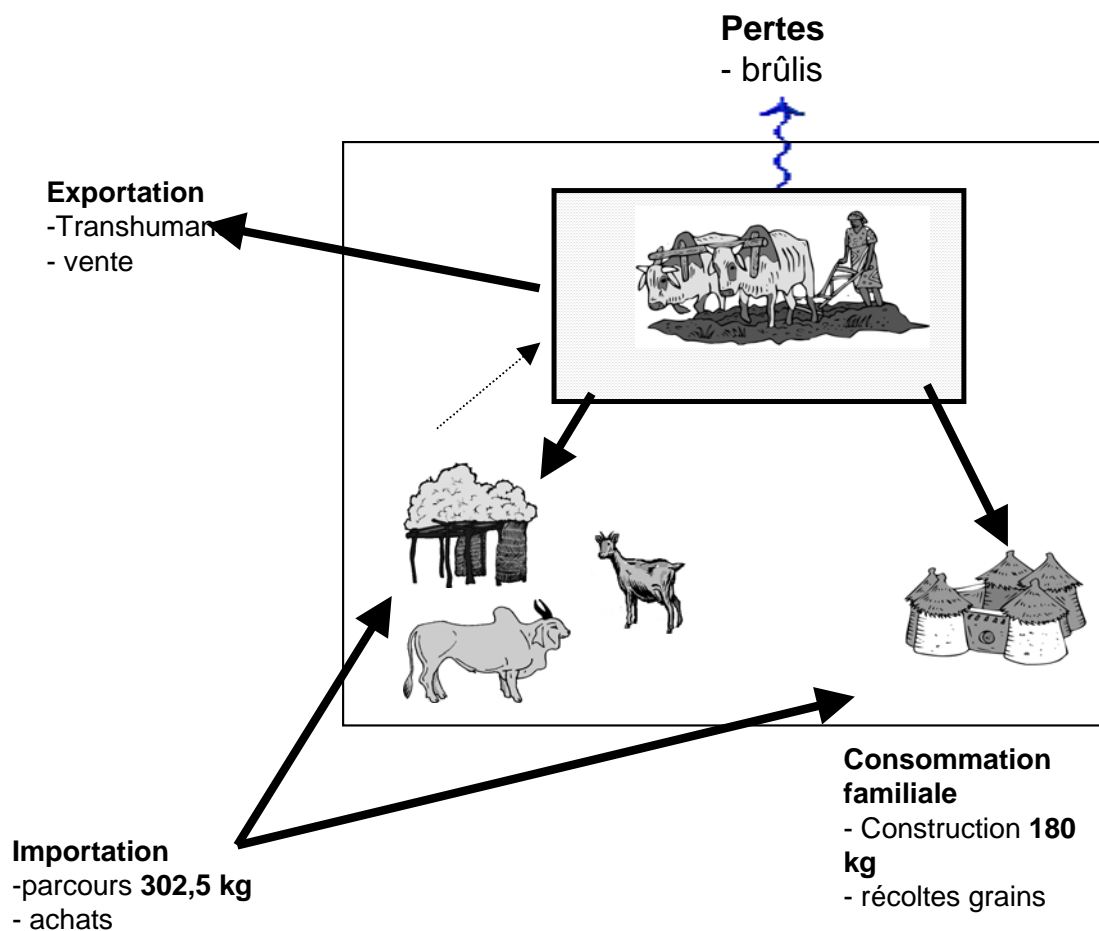
Dans ce type, le sorgho représente 50% de la superficie totale cultivée, 5% seulement à Laïndé Massa (Ibrahimia Saïdou, 2005), le coton 18% tandis que les association sorgho/niébé représentent près de 11% et le maïs 7%. On constate que quand la superficie cultivée augmente, le paysan associe les cultures et produit aussi du maïs. Toutefois, les parcelles de céréales ne varient pas considérablement d'un type à l'autre. A Kilwo, les paysans ont plus tendance à assurer leur sécurité alimentaire qu'à investir dans la culture de rente (coton et arachide).

⁹ Besoins en Matière Sèche par Jour exprimés par les animaux de l'exploitation.

Flux de biomasse dans le type V

L'utilisation de la paille est très forte dans ce type, que se soit pour l'alimentation du bétail que pour la construction. La figure ci après illustre le flux de biomasse dans ce type d'exploitation.

TYPE V



Nbre exploitations	8	Besoin fourrager	>20 kg MS/jour]
Nbre personnes à charge	15		
Nbre actifs	7.25		Bovins (2.5 unités) ovins+caprins (13.8 unités) Anes (1.4 unités)
Surface cultivée	2.5 ha	Flux biomasse	
Coton	18%	Récoltes grains	2151 kg
Maïs	7%	Bottes alimentation	55.5
Arachide	9%	Bottes construction	18
sorgho	50 %	importation	30.25
Niébé	0 %	Vente	0
Cult associées	15%	transhumance	
Riz	1%		

Figure 26 : flux de biomasse dans les exploitations du type V

4.2.3. Quantification du flux de biomasse

4.2.3.1. L'offre en biomasse

L'offre fourragère à Kilwo est constituée des résidus de culture, du fourrage des prairies et des émondes d'arbres et arbustes. En fin de saison des pluies, la biomasse produite par les plantes cultivées est à son maximum ; cette offre diminue avec le temps jusqu'à la fin de saison sèche. Comme pour le cas de Laïndé Massa, les données globales de biomasse sont extrapolées de mesures par cultures réalisées par Dugué (Dugué P, 1999) et appliquées aux superficies réelles mesurées.

Le tableau ci dessous ressort cette offre totale en biomasse des plantes cultivées du terroir.

Tableau 17 : évaluation de l'offre totale en biomasse des cultures du terroir

cultures	Superficies par culture (en ha)	Production de biomasse* (en kg/ha)	Production total de biomasse (en kg)	Biomasse consommable (en kg)
Arachide	2,4	1 350	3 253	3 253
Coton	24,5	2 700	66 321	29 476
Maïs	1,0	1 880	1 806	1 806
Niébé	1,0	1 225	950	950
Sorgho rouge	13	2 983	38 610	38 610
Sorghorouge+arachide	39,5	-	74 498	74 498
Sorgho rouge+melon	2,7	-	6 056	6 056
Sorgho rouge+niébé	2,5	-	4 572	4 572
riz	1,3	3000	2 551	2 551
total	86,9		198 617	161 772

*Source : données d'enquêtes et Dugué (1999)

La biomasse totale produite par les cultures est évaluée à près de **199 tonnes sur une superficie cultivée de 87 ha**. Sachant que les tiges de coton ne sont pas consommables, la biomasse qui peut être disponible pour l'alimentation du bétail est d'environ **162 tonnes**.

La culture de sorgho représente près de la moitié (48%) de la biomasse totale des cultures du terroir. La paille de sorgho est par ailleurs utilisée pour l'alimentation et pour la construction. Avec un apport en biomasse d'environ 33% (66 tonnes) de la biomasse totale, la biomasse de coton ne sert à l'alimentation du bétail que par ses feuilles et gousses, les tiges sont souvent utilisées par les ménages pour la cuisson des aliments. La culture d'arachide quant à elle fournit une part importante pour l'alimentation du bétail.

Les arbres, arbustes et herbes des prairies constituent également une importante ressource fourragère, mais cette biomasse n'est pas prise en compte dans l'évaluation. Un recensement fait au niveau de 100 parcelles montre qu'on retrouve en moyenne 11 arbres/ha (*Faidherbia albida* et *Tamarindus indica*). Ce résultat se rapproche de celui trouvé par le DPGT (1998), qui note que les glaciis-piémons, à sols peu profonds et sans nappe phréatique, n'en comptent que 3 à 10 pieds d'Acacia/ha.

Bille (1980) trouve que l'estimation de la masse foliaire de l'Acacia par individu et par an est fonction du diamètre de l'arbre. Ainsi, il trouve 40 kg à 13 000 kg de biomasse/an pour des diamètres allant de 1,6 m à 3,2 m. Delgado et al (2004) ont estimé à près de 36 tonnes de biomasse émondable par 27 *Faidherbia* sur une superficie de 2,25 hectares en pays Toupouri à l'extrême Nord du Cameroun. Ce qui fait une moyenne de 12 arbres/ha avec une biomasse émondable d'environ 16 tonnes. Cette densité trouvée se rapproche de celle de Kilwo (11 arbres/ha).

La biomasse produite par les parcours n'a pas été évaluée parce que les parcours à Kilwo se trouvent entre les rochers. Toutefois, cette biomasse offre aussi du fourrage au bétail pendant la saison des cultures (pendant que les animaux sont gardés dans des enclos) et après la saison des cultures.

4.2.3.2. Reliquat de biomasse en fin saison sèche

La collecte de biomasse en fin de saison sèche dans les parcelles cultivées donne une estimation des résidus de culture restants. Cette évaluation ressort dans le tableau ci après.

Tableau 18 : disponible en biomasse en fin de saison sèche

cultures	Production de biomasse totale en début de saison sèche (en kg)	Résidus restants sur les parcelles en fin de saison sèche (en kg)
Arachide	3 253	0
Coton	66 321	13 559
Maïs	1 806	0
Niébé	950	0
Sorgho rouge	38 610	10 144
Sorgho rouge+arachide	74 498	30 853
Sorgho rouge+melon	6 056	1 591
Sorgho rouge+niébé	4 572	1975
Riz	2 551	0
total	198 617	58 122

La biomasse restante en fin de saison sèche est essentiellement constituée des tiges de sorgho et de coton. On constate qu'en moyenne **29%** de l'offre fourragère des résidus de culture reste au sol à la fin de la saison sèche, soit plus de **58 tonnes de biomasse**.

4.2.3.3. Adéquation entre l'offre et les besoins en biomasse

4.2.3.3.1. Besoin global en biomasse du village pour l'alimentation des animaux

La demande en biomasse est estimée à partir du nombre total du cheptel du terroir et du stockage de la biomasse pour les besoins de construction (clôture, toit etc...). Le tableau suivant résume l'importance du cheptel du terroir et leurs besoins alimentaires estimés selon les normes de consommation proposées par Dongmo (Dongmo, 2004).

Tableau 19 : besoins alimentaires du cheptel de KILVO

Animaux	Effectif*	Besoins quotidiens (en Kg MS/j/tête)	Besoins (en totaux journaliers (en kg de MS/j)	Besoins semestriels (en kg de MS/6mois)	Besoins totaux (en kg de MS/6mois)
Bovins trait	3	5	15	2 737,5	
Bovins el	26	4	104	18 980	
Anes	33	3	99	18 067,5	
Caprins	438	0.85	372.3	67 945	
Porcins	3				
Total	503		590.3	107 730	

* effectif mesuré par recensement exhaustif des exploitations de Kilwo

Il ressort de ces calculs que les besoins de consommation en biomasse sont de 590 kg de matière sèche par jour. Ce qui donne une consommation globale de **107, 7 tonnes** de matière sèche pour une période de six mois (période pendant laquelle les résidus sont consommés par les animaux).

Les paysans stockent également des résidus de culture pour la nutrition de ses animaux pendant les périodes de soudure. Généralement, les fanes d'arachide et de niébé, les tiges de sorgho et maïs sont stockées à cet effet. Le tableau suivant présente l'importance du stockage des résidus pour l'alimentation animale.

Tableau 20 : stockage des résidus pour l'alimentation des animaux

<i>culture</i>	<i>Nombre bottes</i>	<i>Poids moyen /botte (en kg)</i>	<i>Poids total résidu stocké (en kg)</i>
Coton	4	-	-
Sorgho	295	10	2950
Arachide	647	5	3235
Maïs	45	5	225
Niébé	70	3	210
Riz	10	5	50
Total			6 670

A priori, cette quantité de biomasse stockée qui est estimée à **6,7 tonnes** ne saurait satisfaire les besoins alimentaires du bétail ; certaines exploitations qui ne possèdent qu'une ou deux têtes ne stockent généralement pas de résidus de culture. Cette faible quantité stockée s'explique par le fait que la majorité des animaux du village sont des petits ruminants (89% du cheptel du terroir) et que ces animaux s'alimentent beaucoup plus en vaine pâture.

Les paysans stockent aussi de la biomasse pour les besoins de construction. Au total 13 670 kg de tiges de sorgho, de coton et de la paille de riz sont stockés pour la construction. Les

paysans utilisent beaucoup plus de la paille de brousse que les tiges de sorgho pour construction. Ceci parce que les tiges de sorgho sont utilisées par les animaux pour leur alimentation et que la paille de brousse ne sert que pour la construction des toitures.

4.2.3.3.2. Evaluation de la consommation en biomasse du troupeau transhumant

Pendant la période des récoltes les semaines suivantes, le passage régulier des troupeaux transhumants réduit le disponible fourrager du terroir. La situation géographique particulière de Kilvo (enclavement), les passages sont moins nombreux et les prélèvements liés à la transhumance moins élevés.

Il est cependant difficile de faire une évaluation précise de ce compartiment. Cependant, on dispose des données nécessaires pour tenter une estimation du prélèvement de la transhumance..

Nous disposons de :

- la biomasse totale produite par les cultures
- les besoins alimentaires du troupeau local
- les résidus stockés par les paysans pour la construction

on peut dans ce cas estimer ce que prélève la transhumance en soustrayant les exportations (stockage pour construction, consommation troupeau, résidus) à la quantité de biomasse de départ. . Le tableau suivant nous donne cette estimation.

Tableau 21 : évaluation de la consommation du troupeau transhumant

	Quantité (en kg)	Pourcentage (%)
A -Quantité totale produite	198 617	100
B -Besoins du troupeau local	107 730	54
C -Quantités stockées pour construction	6 630	4
D -Résidus restants en fin de saison sèche	58 122	29
E -Quantité prélevée par la transhumance	E=A-(B+C+D) =26 135	13

Il ressort de ce tableau que la transhumance consomme environ **26,1 tonnes de biomasse**. Ce qui représente à peu près 13% de la biomasse totale produite dans le terroir. Ces chiffres semblent plausibles compte tenu des résidus qui restent sur le terrain en fin de saison sèche.

4.2.3.4. Dynamique de l'adéquation en offre et demande en biomasse

L'ensemble des résultats précédents, sur lesquels on ajoute la modélisation de la consommation (transhumance et consommation du troupeau local) et prélèvements (stockage, vente, brûlis occasionnels, etc...) en biomasse entre les deux dates de mesure, permettent d'aboutir à la représentation graphique suivante ; là également, on considèrera que la transhumance ne consomme que les mois de décembre à février.

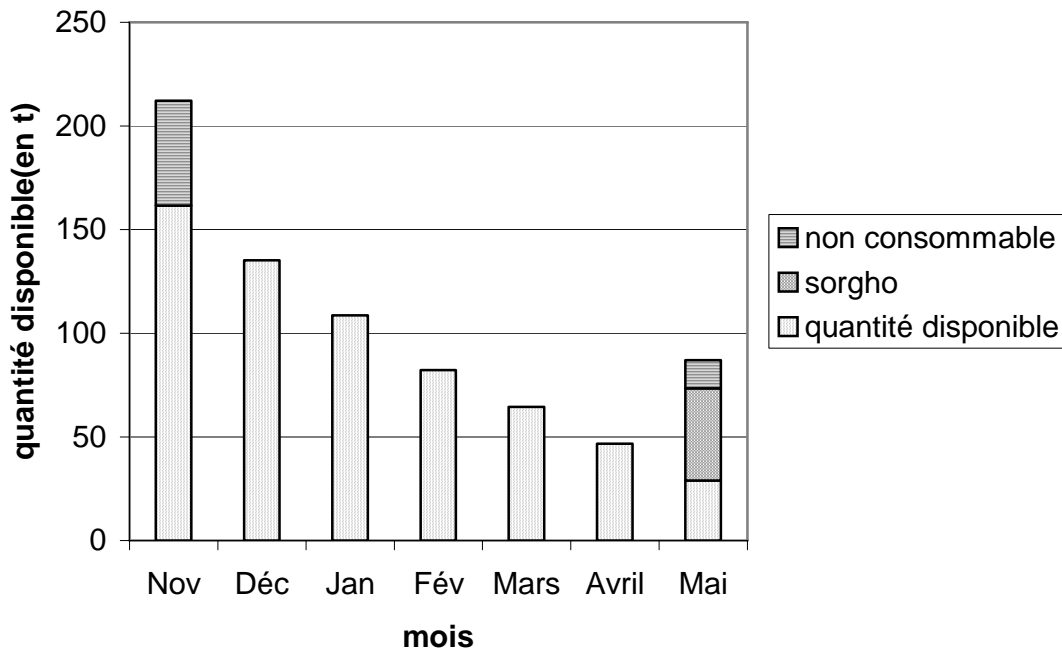


Figure 27 : situation de la biomasse en novembre (fin de saison des pluies) et en mai (fin de saison sèche et évolution).

La biomasse restant en fin de saison sèche est à peu près le ¼ de la biomasse de départ ; contrairement aux données mesurées à Laïndé Massa, il reste encore de la biomasse consommable sur le terrain en mai. Le bilan reste positif d'une saison à l'autre. Cela s'explique par le fait que :

- Les troupeaux transhumants passent beaucoup moins de temps sur le terroir et en nombre moins important (cf. isolement du site)
- Les exploitants ne sont pas encore la vocation d'éleveurs ; le troupeau local est réduit et principalement constitué de petits ruminants et quelques ânes. Les bovins sont quasiment absents
- La culture dominante est le sorgho qui est une céréale nettement moins bien appréciée par les animaux que la paille de maïs qui elle est consommée rapidement par les animaux (cas de Laïndé Massa).

De la quantité restante en mai, une bonne partie est non consommable (tiges de cotonnier, branches d'arbres, toques de sorgho et maïs, etc...). Il reste environ 29 tonnes de biomasse consommable en mai.

4.2.4. Adéquation à l'échelle du terroir de l'offre en biomasse et l'intégration d'un système SCV

Nous conduirons un raisonnement similaire de modélisation de l'intégration du SCV dans le terroir mené dans le paragraphe 3.2.4 :

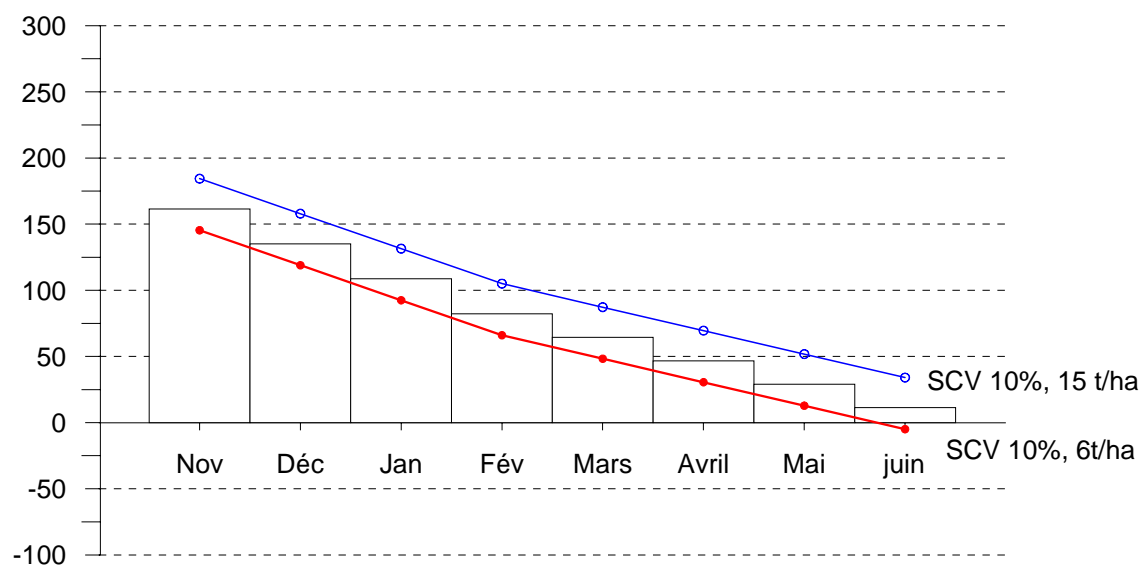
Rappel :

Nous proposons comme hypothèses pour cet exercice :

6. on entend par SCV, un semis dans une couverture organique qui couvre réellement le sol
7. pour obtenir cette couverture organique morte, il faut compter au moins sur une biomasse de l'ordre de 6 tonnes/ha de matière sèche qui restera sur le terrain
8. l'obtention de cette couverture signifie l'immobilisation d'un espace réservé à la conduite du SCV et protégé de la veine pâture ; dans ce cas, on propose de raisonner sur un système dont la moitié de l'espace est conduite en coton sur SCV, l'autre moitié en céréales associées à une plante de production de biomasse (*Brachiaria*, etc...) sert à produire la couverture organique morte.
9. deux niveaux de production de biomasse en SCV sont envisagés : 6 tonnes de matière sèche/ha (minimum pour une couverture du sol) ou 15 tonnes de matière sèche /ha (performances annoncées par l'équipe SCV) ;
 - a. dans le cas du niveau « 6 tonnes », le dispositif est consommateur de biomasse puisqu'il soustrait un espace de biomasse à la veine pâture sans en restituer;
 - b. dans le cas du niveau « 15 tonnes », le dispositif produit un surplus de 15 tonnes/ha - 6 tonnes/ha = 9 tonnes/ha ; mais seulement sur la moitié de la superficie, l'autre étant réservée à la culture du coton. La production se réduit donc à 4,5 tonnes pour une superficie de 1 ha.
10. l'exercice consiste à modéliser l'immobilisation de 10% de l'espace agricole, 20%, 30%, et 50% en système SCV basé sur ce schéma.

La mise en pratique de cet exercice de modélisation sur le terroir de KILVO conduit aux figures suivantes :

évolution biomasse KILVO
scénario : 10% SCV, 6 t / ha ou 15 t / ha



évolution biomasse KILVO
scénario : 20% SCV, 6 t / ha ou 15 t / ha

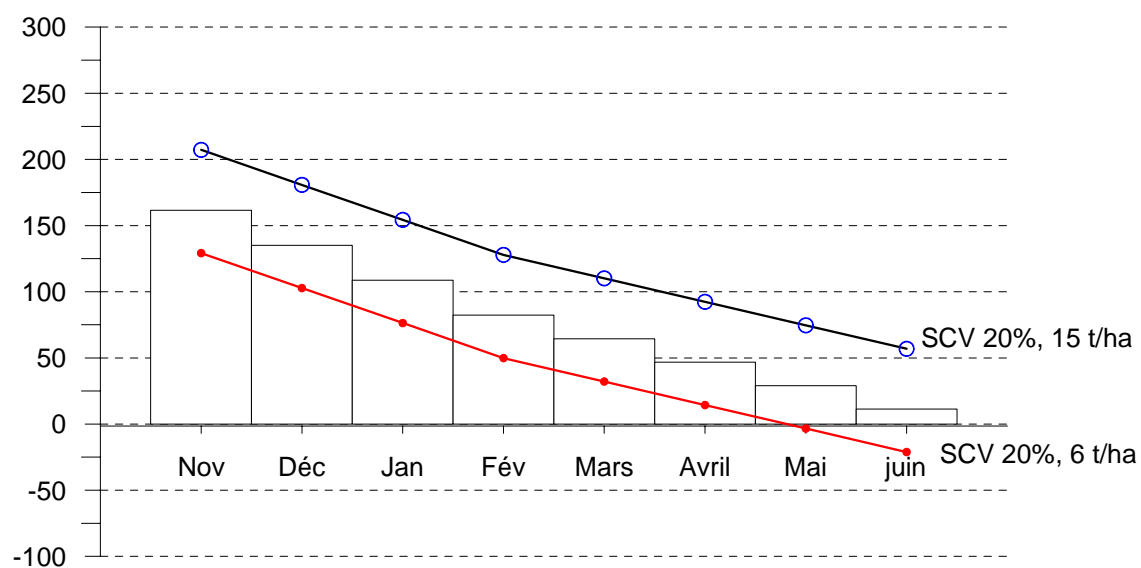
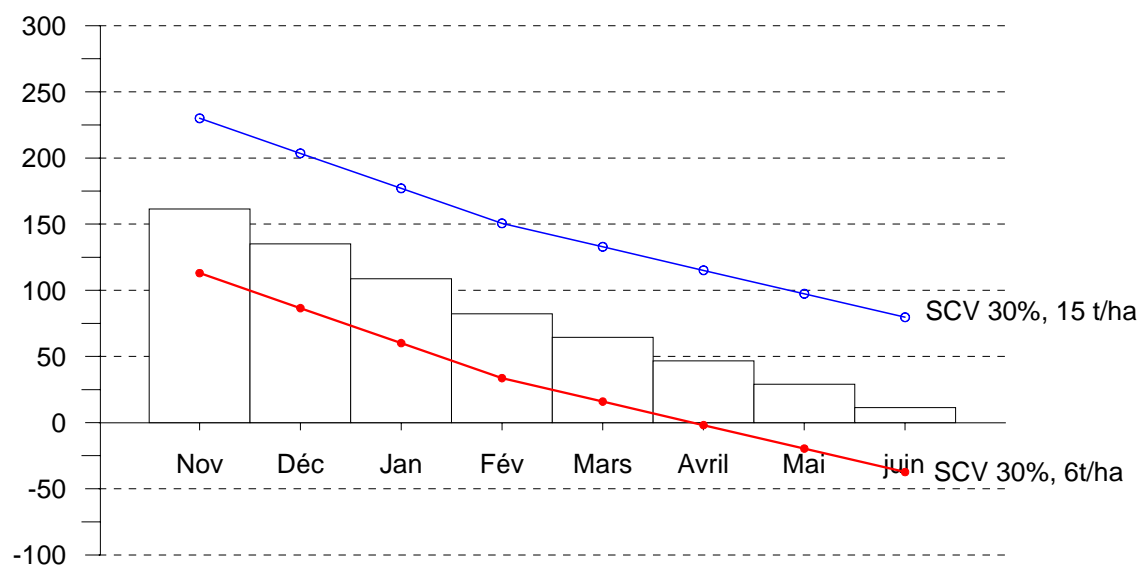


Figure 28 : évolution de la biomasse en fonction des scénarii 10% et 20% de SCV à Kilvo

évolution biomasse KILVO
scénario : 30% SCV, 6 t / ha ou 15 t / ha



évolution biomasse KILVO
scénario : 50% SCV, 6 t / ha ou 15 t / ha

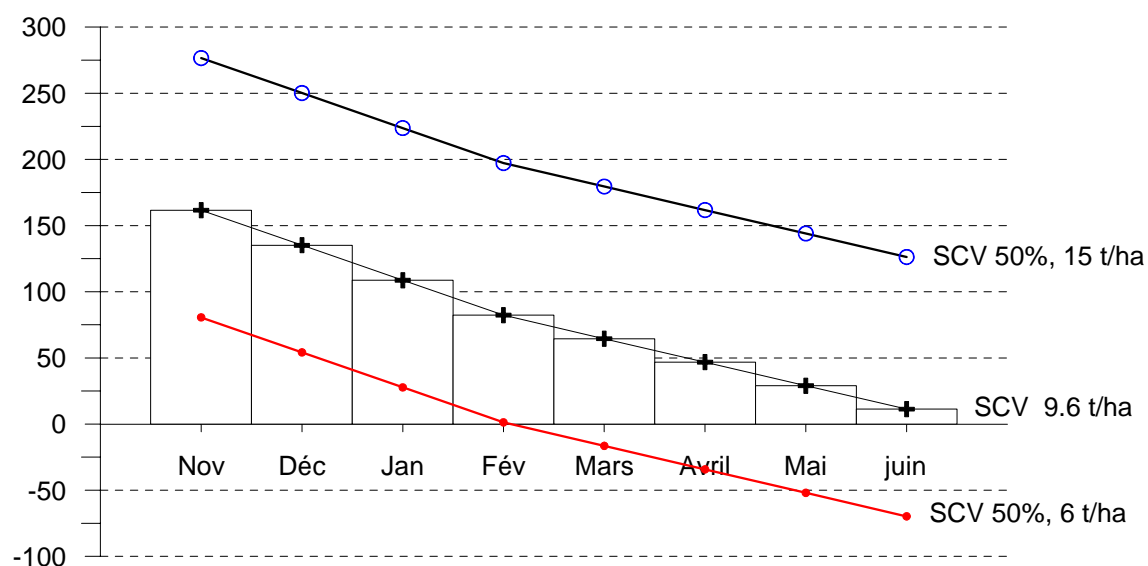


Figure 29 : évolution de la biomasse en fonction des scénarii 20% et 50% de SCV à Kilvo

Dans le cas du scénario de 10% de superficie immobilisée, un SCV de 6 tonnes de production de biomasse réduit la biomasse, mais dans des proportions qui ne perturbent pas le bilan fourrager final. Il passe en négatif vers le mois de juin, quand les pluies reprennent.

Le SCV-15 tonnes produit une modeste pluvalue en biomasse qui permet cependant d'assurer une meilleure sécurité fourragère pour la fin de saison sèche.

Dans le cas de 20% de superficie en SCV-6 tonnes, la situation fourragère devient tendue dès le mois d'avril et négative dès le mois de mai. La situation n'est cependant pas dramatique, puisque la situation redeviendra normale le mois suivant avec l'arrivée des pluies.

Le SCV/15 tonnes assure une sécurité fourragère largement excédentaire, autorisant même d'envisager un développement sensible de l'élevage.

Le cas à 30% de superficie en SCV ne fait qu'amplifier la différence de deux scénarii de SCV-6 tonnes et SCV-15 tonnes ; la situation fourragère devient particulièrement tendue dans le cas de 50% de superficie en SCV-6 tonnes, alors que les producteurs de cette zones n'ont pas l'habitude d'être confrontés au problème de déficit fourrager. Le système SCV-15 tonnes par contre les met largement à l'abri de la demande fourragère et leur permet d'envisager avec sérénité un développement important de leur élevage.

A Kilvo comme à Laidé Massa, la production minimale de biomasse nécessaire en SCV pour ne pas aggraver la situation actuelle est de l'ordre de 9,5 tonnes /ha : en dessous, l'équilibre bascule vers l'aggravation du bilan fourrager, au dessus, le système dégage de la biomasse récupérable pour compenser l'immobilisation de l'espace SCV.

5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Cette étude de flux de biomasse à l'échelle de deux terroirs agropastoraux a été effectuée lors de la campagne agricole 2005 sur la demande d'ESA (projet Eau-Sol-Plante). Il s'agit des terroirs de Laïndé Massa et de Kilvo.

Laïndé Massa se situe non loin de Garoua dans une zone agropastorale complètement saturée. Le système de culture est fortement orienté sur la culture du coton et du maïs. Le sorgho, anciennement pratiqué, ne dispose plus que d'une position marginale. L'élevage est également fortement présent, aussi bien au sein des exploitations agricoles (bovins d'élevage et traction animale, ovin, caprins) que dans des campements d'éleveurs disposés autour du village (troupeau évalué à plus de 2000 têtes de bovins). La pression sur les ressources naturelles est donc très pesante, engendrant de nombreux conflits. Lors des enquêtes, il a été recensé au total 578 exploitations qui cultivent 1003 ha. Dans l'espace cultivable, la jachère est pratiquement inexistante du fait de la saturation de l'espace. Les jachères actuelles sont en majorité les zones pastorales non cultivables (montagnes, zones rocheuses, etc...) ou les espaces réservés aux pistes à bétail.

Kilvo est situé dans l'extrême nord à proximité de Maroua. La caractéristique de ce village est sa situation géographique particulièrement enclavée entre des chaînes de montagnes de petites altitudes qui rendent l'accès difficile. Le village compte 78 exploitations au total qui cultivent sur un espace de 87 ha. C'est donc un petit village où la culture dominante est le sorgho en pur ou en association avec de l'arachide. Le coton tient également une position forte dans l'exploitation. La pression sur l'espace est nettement moins forte du fait de faible nombre d'exploitations, du peu d'investissement des producteurs dans l'élevage, et enfin du faible passage des troupeaux transhumants.

L'étude sur les flux de biomasse a permis d'aborder tous les niveaux de circulation de la biomasse dans l'exploitation en analysant les situations par une typologie construite sur l'importance de l'élevage au sein de l'exploitation. Cette analyse a permis de caractériser les différents flux et d'en évaluer l'importance. Il a été possible ensuite de globaliser ces flux et d'en évaluer l'importance à l'échelle du terroir.

Ces données, malgré certaines zones d'incertitudes (évaluation de la biomasse de départ, évaluation du prélèvement de la transhumance) ont cependant le mérite de proposer les premières simulations de l'évaluation de la biomasse à l'échelle d'un terroir. Ces données sont donc à interpréter avec les précautions d'usage, et il nous paraît essentiel de poursuivre ces investigations pour lever ces zones d'incertitude et recomposer ces simulations avec des données plus solides.

Compte tenu de la pression différente sur les ressources naturelles, les flux de biomasse de ces deux terroirs divergent de façon très sensible au niveau des exploitations et en conséquence à l'échelle du terroir.

En effet, malgré la forte productivité des sols, le terroir de Laïndé Massa connaît un déficit de biomasse élevé. Le disponible ne permet que de couvrir les besoins fourrager des mois de novembre à mars. A partir d'avril, les parcelles sont vides et il ne reste sur le sol que des résidus non consommables (tiges de coton, branche d'arbres, toques de céréales etc...). La mortalité des animaux des troupeaux locaux est alors élevée, et les troupeaux des éleveurs périphériques au village partent vers des pâturages du sud du pays.

Le village de Kilvo par contre ne connaît pas la même situation de tension sur l'utilisation des ressources en biomasse. La déficience fourragère est quasi inexistante ou alors peu sensible en fin de saison sèche. Les prélèvements pour l'alimentation des animaux restent modérés, compte tenu d'une part de la présence d'un cheptel local réduit constitué en majeure partie de petits animaux, et d'autre part d'une faible pression des troupeaux transhumants,. En fin de saison sèche, il subsiste encore près de 300 kg/ha de biomasse facilement consommable, et si on y rajoute les pailles de sorgho moins appréciées mais cependant consommables en cas de demande fourragère aigüe, il reste au sol près de 1 tonne de biomasse/ha « relativement » consommable.

Dans ce contexte de contrainte sur l'utilisation des ressources en biomasse, l'intégration d'un système de culture basé sur le SCV (semis sous couverture végétale) nécessite une réflexion préalable, puisque cette technique exige de laisser les résidus de récolte sur le sol pour former une couverture organique. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de protéger cette parcelle contre la veine pâture qui est une coutume ancestrale reconnue et profondément enracinée dans l'esprit des éleveurs.

Dans le schéma de conduite de la culture en SCV précisé dans les pages précédentes (pas de travail du sol, maintien des résidus de récolte sur le sol, culture d'une plante associée dans la céréale, coton cultivé en SCV, espace protégé contre la veine pâture), le passage de la parcelle à l'échelle du terroir nécessite une recombinaison complète des itinéraires techniques conventionnels et surtout de reconsidérer la gestion de la biomasse à l'échelle du terroir. En effet, l'interdiction d'accès à un espace SCV a comme conséquence immédiate une réduction de l'espace de veine pâture qui, dans certains villages est déjà sous tension extrême et sujet conflictuel.

Cette étude se fixait comme objectif d'analyser l'impact d'une telle technique sur la gestion de la biomasse à l'échelle du terroir.

Plusieurs scénarii ont été envisagés à partir des données relevées auprès des exploitants. Il a été proposé d'étudier l'impact sur la biomasse de l'installation d'un espace réservé au SCV de 10%, 20% 30% et 50% de la superficie totale cultivée. De plus il nous a été suggéré de d'envisager deux niveaux de production de biomasse sur les parcelles en céréale associée à une plante productrice de biomasse : 6 tonnes/ha de biomasse (ce qui est considéré comme le minimum nécessaire pour une couverture complète du sol), et un niveau 15 tonnes/ha (performance de production annoncée dans les essais et tests en SCV). Dans le cas de 6 tonnes de production de biomasse, aucun surplus de biomasse n'est dégagé et la technique s'inscrit en négatif dans le bilan global de biomasse. En version 15 tonnes de production de biomasse en SCV, la technique devient génératrice de surplus de biomasse qui peut être utilisée à des fins fourragères.

Dans le cas de Laïndé Massa où il existe déjà une tension très forte sur la biomasse, l'usage d'un SCV à 6 tonnes de production de biomasse aggrave très sensiblement le bilan fourrager. Dès le scénario de 20% de la superficie en SCV, le bilan fourrager devient négatif dès le mois de mars, soit à peine 4 mois de possibilité d'affouragement des animaux. Dans la version de 15 tonnes de production de biomasse en SCV, le bilan est amélioré dès le scénario de 20% de superficie en SCV. Au-delà de 20%, le bilan fourrager reste positif toute l'année.

Dans le cas de Kilvo où le bilan fourrager est moins tendu, le schéma d'un SCV-6 tonnes de production de biomasse accélère la tension fourragère qui devient alors négative dès l'installation d'un SCV sur 20% de la superficie. Dans la version d'un SCV-15 tonnes, le

bilan fourrager devient largement excédentaire et permettrait la satisfaction alimentaire d'un troupeau nettement plus important.

En résumé, un système de culture SCV-6 tonnes de biomasse/ha accélère la dégradation du bilan fourrager à l'échelle du terroir de façon plus ou moins rapide selon la tension déjà existante au départ. Par contre, la version SCV-15 tonnes de biomasse/ha est un système générateur de surplus de biomasse. La situation d'équilibre (qui n'engendre ni amélioration ni dépression du bilan fourrager) semble être située autour d'un SCV à 9 tonnes/ha de production de biomasse.

Cette étude a permis de préciser les conditions de conduite d'un SCV, et de fixer les situations de contraintes ou de surplus de production de biomasse. Mais il reste cependant à préciser les modalités d'utilisation de cette biomasse supplémentaire produite : exportation d'une partie de la production de la biomasse hors de la zone réservée SCV ? Pâturage raisonné sur les lieux de production avec concertation avec les éleveurs ? Des investigations complémentaires sont nécessaires pour préciser ces modalités ou ouvrir d'autres éventualités.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abakar, M., D. (2006). Simulation des effets du passage aux systèmes de culture sur couverture végétale sur les transferts de biomasse à l'échelle d'un terroir agropastoral: cas de Kilwo (Extrême Nord Cameroun). Mémoire d'Ingénieur agronome. FASA, Dschang.
- Ibrahima S., (2006). Simulation des effets du passage aux systèmes de culture sur couverture végétale sur les transferts de biomasse à l'échelle d'un terroir agropastoral: cas de Laïndé Massa (Nord Cameroun). Mémoire d'Ingénieur agronome. FASA, Dschang.
- Aboubakary, (2003). Caractérisation des exploitations agricoles de Laïndé Massa et OuroLabbo3: Possibilité d'introduction des systèmes de culture sur couverture végétale. TERDEL – GIE. 29p.
- Besse, F., Toutain, B. (2002). L'élevage et l'environnement *In* Mémento de l'agronome. CIRAD-GRET. Ministère des affaires étrangères. France.
- Boutrais, J. (1990). L'élevage en Afrique tropicale: Une activité dégradation. *In* l'homme dans son milieu. P109-125.
- Cirad, (2004). Les techniques agro-écologiques. Le semis direct sur couverture végétale permanente. *In* www.cirad.mg
- Dongmo Ngoutsop, A. L. (2003). De la culture attelée à la culture sans travail du sol: quelle recherche pour accompagner les évolutions des pratiques et stratégies des agriculteurs du Nord – Cameroun? Atelier d'échange et de restitution des résultats de l'ATP «traction animale»: traction animale et stratégies d'acteurs: quelle recherche, quels services face au désengagement des états? Bobo Dioulasso (Burkina Faso). CIRDES. 17-21 Nov. 2003.
- Dongmo Ngoutsop, A. L., (2004). Simulation de l'effet du passage aux systèmes de culture sur couverture végétale sur les transferts de biomasse à l'échelle du terroir agropastoral de Ourolabo III. Rapport annuel IRAD Garoua 2003-2004. 104-141p.
- Dounias, I. (2001). Systèmes de culture à base de couverture végétale et semis direct en zones tropicales. Etudes et travaux N° 19, CNEARC, Montpellier.
- Dugue, P. (1997). Zonage de la province du Nord et propositions pour la localisation des interventions du PRASAC. IRAD. Garoua. 10p.
- Dugue, P. (1998). Flux de biomasse et gestion de la fertilité à l'échelle des terroirs. Etude de cas du Nord – Cameroun et essai de généralisation aux zones de savane. Document CIRAD – TERA N°29/98.
- Dugue, P. (1999). Utilisation de la biomasse végétale et de la fumure animale: Impact sur l'évolution de la fertilité des terres en zone de savane. Etude de cas au Nord – Cameroun et essai de généralisation. Montpellier. Document CIRAD – TERA N° 57/99. 178p.
- FAO, (2001). Conservation agriculture: Case studies in Latin America and Africa. FAO soil bulletin 78.
- Gorbachev, M. (2002). Qu'est ce que le développement durable? Sommet mondial du développement durable. La sixième réunion de la conférence des parties à la convention des Nations Unies sur la diversité biologique. (CdP)-la Haye, Pays-Bas-76-19 avril, 2002.
- Guibert, H, Gaborel, C., M'biandoum, M., Sobda Gonne, (2004). SCV et qualité de production. RAPPORT ANNUEL 2003-2004. Convention de service N°7 / PH/FFEM / SODECOTON-IRAD. 106p.

- Havard, M., Abakar, O. (2002). Caractérisation et performances des exploitations agricoles des terroirs de référence du PRASAC au Cameroun. Garoua, IRAD/PRASAC. 27p.
- IRAD, (2004). Rapport annuel 2003-2004. Convention de service N°7 / PH/FFEM / Sodécoton-Irad, 106p.
- Landais, E., Lhoste, P. (1990). L'association agriculture-élevage en Afrique intertropicale: Un mythe techniciste confronté aux réalités du terrain. Montpellier.
- Landais, E., Lhoste, P., Guerin, H. (1990). Systèmes d'élevage et transferts de fertilité in Savanes d'Afrique Terres Fertiles? , Actes des Rencontres Internationales Montpellier (France), 10-14 décembre 1990, Ministère de la coopération et du Développement/CIRAD. 219-270p.
- Lecomte, P. (2003). Mission d'appui au projet ESA: Intégration SCV-élevage au Nord et Extrême Nord du Cameroun. Montpellier. Rapport CIRAD-EMVT N°2003-030. 37p.
- Lhoste, P. (1995). L'élevage et la gestion de la fertilité organique. In éleveurs et ressources naturelles. P9-11.
- Lhoste, P. (1999). Les systèmes d'élevage en zone tropicale: concepts et méthodes d'étude. Montpellier.
- Naudin, K. (2002). Systèmes de culture sur couverture végétale. Rapport d'activités de juin à février 2002. DPGT. Garoua (Cameroun). 18p + annexes.
- Naudin, K., Oumarou, B. (2003). Systèmes de culture sur couverture végétale. Résultats campagne 2002. II. Synthèse. SODECOTON, Projet ESA. 17p.
- Naudin, K., Oumarou, B. (2004). Systèmes de culture sur couverture végétale. Résultats campagne 2003. I. Synthèse.
- Olin Bassala, J. P., Guibert, H., Baledjourn, A., M'biandoum, M. (2002a). Semis direct et utilisation des herbicides au Nord Cameroun. Conséquences sur la lutte contre les adventices et la croissance des cotonniers. Savanes africaines: des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque Maroua, Cameroun; Ndjamena, Tchad, PRASAC.
- Pabame Sougnabe, (2000). Le conflit agriculteurs/éleveurs dans la zone soudanienne: Le cas du moyen Chari au sud du Tchad. Mémoire d'ingénieur agronome.
- Reoungal, D. (2004). Contribution à la mise au point de méthodes d'appui pour la gestion durable des ressources naturelles. Le cas de deux villages de la zone cotonnière du Cameroun. Mémoire d'Ingénieur en Agronomie Tropicale du CNEARC.
- Seugé, C. (2004). Gestion des ressources naturelles et des espaces: Conditions d'adoption des Systèmes de culture sur couverture végétale par les agriculteurs migrants du bassin de la Bénoué (Nord - Cameroun). Mémoire Master of Science Développement Agricole Tropicale. CNEARC. Montpellier. 96p.
- Seguy, L., Bouzinac, S., Pacheco, A., Kluthcouski, J. (1989). Des modes de gestion mécanisés des sols et des cultures aux techniques de gestion en semis direct, sans travail du sol, appliquées aux Cerrados du Centre-Ouest brésilien. Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des cultures vivrières.
- Sodécoton, (2004). Rapport semestriel d'activités. Direction de la production agricole.
- Teyssier, A. (2002). La gestion des terroirs: In Mémento de l'agronome (2002). CIRAD-GRET. Ministère des Affaires étrangères. France. P223-225.
- Tonneau, J-Ph., Sabourin, E. Marcal da Silveira, L., M. Siderski, P. (2002). Modélisation des flux de biomasse: et approche de la fertilité dans l'Agreste de la Paraíba (Brésil): In Cahiers Agricultures 2002.